

127460
KULTURA ÉS TUDOMÁNY

**A
VILÁGEGYETEM
ÉLETE**

A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA

KULTURA ÉS TUDOMÁNY

A FRANKLIN-TÁRSULAT KIADÁSA.

A «Kultura és Tudomány» vállalat a nagy magyar olvasó közönséget akarja szolgálni. Tetszetős köteteit ajánlja mindazoknak, kik a mindennapi élet zsibbasztó fáradoimai után a nagy eszmék és eszmények világában keresnek üdülést és új erőt.

Kötetei mindenkor igaz mesterek művei. Irodalmi alakjukban kifogástalanok. Tanításukban érdekesek és értékesek. Nem fölületesek, de mégis népszerűek. Aktuálisok, de mégis állandó becsük. A haladás zászlaját lobogtatják, de tisztelnek minden igaz meggyőződést.

Eddig megjelent:

SZÉCHENYI ESZMEVILÁGA.

Első kötet. Gaal Jenő, Beöthy Zsolt, Prohászka Ottokár, Kenessey Béla, gróf Vay Gáborné, gróf Andrássy Gyula tanulmányai. Ára kötve 1 K 60 f.

A legkiválóbb magyar Széchenyi-ismerők tanulmányai, melyek együttvéve teljes képét adják majd szellemi és erkölcsi világának s valósággal megelevenítik izgatón érdekes alakját. Három kötetre van tervezve.

A SZIKRATÁVIRÓ.

A. Slaby tanárnak a német császár előtt tartott felolvasásai után átdolgozta Kreuzer Géza mérnök.

Ára kötve 1 K 20 f.

A jelenkor egyik legnevezetesebb találmányának szemléletes ismertetése, a szakember biztos tudásával és a népszerű író világosságával, úgy hogy minden laikus élvezettel és tanulsággal olvashatja.

A TERMÉSZETTUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE.

Két kötet. Irta Wilhelm Bölsche, fordította Schöpflin Aladár. Ára kötve két kötetben 2 K 40 f.

Mozgalmas rajza annak a küzdelemnek, melyet az ember a természet megismeréseért vív évezredek óta.

Nem száraz tudománytörténet, hanem eleven képe annak a folytonos erőfeszítésnek, mellyel az ember világfelfogását mélyíteni igyekszik.

KANT-BREVIARIUM.

Kant világnézete és életfelfogása. A művelt ember számára Kant irataiból összeállította dr. Gross Félix, fordította dr. Polgár Gyula. Ára kötve 1 K 60 f.

Kant világnézetét saját szavaival jellemzi e könyv, műveiből készült gyűjtemény, mely minden ismertetésnél jobban érteti meg a nagy filozófust.

AZ EMBERISÉG JÖVŐJE.

Irta Heinrich Lhotzky, fordította Schöpflin Aladár. Ára kötve 1 K 20 f.

Pillantás a jövőbe, a mai szellemi élet mozgató erőiből való filozófiai következtetés útján. Hittel és lendülettel teli megrajzolása a megértés, a gondolatszabadság és a magasabb erkölcs állapotának, mely az emberiségre vár.

A VAGYON TUDOMÁNYA.

Irta I. A. Hobson, fordította dr. Sidó Zoltán. Ára kötve 2 K.

A közgazdasági élet tényezőinek fejlődésükben és összefüggésükben való ismertetése, nemcsak népszerű közgazdaságtan, hanem egyúttal bevezetés a közgazdasági gondolkodásba.

A SZOCZIOLÓGIA VÁZLATA.

Irta G. Palante, fordította dr. Mikes Lajos. Ára kötve 1 K 60 f.

Rövid, szabatos és világos összefoglalása a szociológia mai módszereinek és eredményeinek, megbízható és kellemes tájékoztató abban a tudományban, mely ma leginkább foglalkoztatja a gondolkodó emberek elméjét.

A TÖMEGEK LÉLEKTANA.

Irta Le Bon. Fordította Balla Antal.

Ára kötve 2 K.

A modern szociológiai irodalom egyik alapvető műve, a mely új problémát vetett fel a tudományban s e problémának egyúttal megadja megoldását is.

RODIN BESZÉLGETÉSEI A MŰVÉSZETRŐL.

Összegyűjtötte Paul Gsell. Fordította Farkas Zoltán. Ára kötve 1 K 20 f.

Rodinnak, az emberiség ma élő legnagyobb művészeinek ez a könyve a legérdekesebb és leggazdagabb könyv, a mit ma művészetről olvasni lehet. Egy nagy szellemnek saját tapasztalataiból leszűrte elmélkedései. Biztos tájékoztató a mai művészi felfogások és törekvések zűrzavarában.

HENRI BERGSON FILOZÓFIÁJA.

Irtá René Gillouin. Fordította Farkas Zoltán.

Ára kötve 1 K 20 f.

Bergson filozófiája a mai kor legérdekesebb szellemi terméke, mely nálunk is erősen foglalkoztatja az embereket, Gillouin könyve e filozófiának népszerű, mindenki számára érthető ismertetése.

SZÉCHENYI ESZMEVILÁGA.

Második kötet. Apáthy István, Imre Sándor, Pauler Ákos, Zsilinszky Mihály, Márki Sándor és Gaal Jenő tanulmányai. **Ára kötve 1 K 60 f.**

A hasonló című első kötetnek folytatása. A Magyar Társadalomtudományi Egyesület Széchenyi-előadásai, melyek Széchenyi alakját megvilágítják minden oldaláról, a mai magyar élettel vonatkozásban.

AZ EMBER HELYE A TERMÉSZETBEN.

Irtá Lenhossék Mihály dr. **Ára kötve 1 K 60 f.**

Legkitünőbb természettudósaink egyikének tanulmánya, a mely az embernek a természettel szemben elfoglalt helyzetét tárgyalja s alapot ad nemcsak a természettudományi, hanem a szociológiai és a filozófiai világnézetnek is.

AZ ÉLET ÉRTELME ÉS ÉRTÉKE.

Irtá Rudolf von Eucken. Fordította Schöppflin Aladár. **Ára kötve 2 K.**

A ma élő legnagyobb német filozófus legnépszerűbb műve, melynek német kiadása rendkívüli kelendőséget ért el.

A VILÁGEGYETEM ÉLETE.

Irtá Svante Arrhenius. Fordította Polgár Gyula. **Ára kötve 1 K 60 f.**

A legkitünőbb modern természetfilozófiai könyvek egyike, a világhírű svéd tudós, a Nobel-díj nyertese tollából.

A FRANCZIA IRODALOM FŐIRÁNYAI.

Irtá G. L. Strachey, angolból fordította Schöppflin Aladár. **Ára kötve 2 K.**

A francia irodalom nagyon élvezetesen, népszerűen írt, modern szellemű átnézete, a milyen eddig irodalmunkban egyáltalán nem volt.

MAGYAR AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

KULTURA ÉS TUDOMÁNY

A VILÁGEGYETEM ÉLETE

IRTA SVANTE ARRHENIUS

FORDITOTTA DR. POLGÁR GYULA



BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1914

A VILÁGEGYETEM ÉLETE

ÉS MEGISMERÉSÉNEK TÖRTÉNETE
A LEGRÉGIBB IDŐTŐL NAPJAINKIG

IRTA

SVANTE ARRHENIUS

A STOCKHOLMI FIZIKAI ÉS KÉMIAI NOBEL-INTÉZET IGAZGATÓJA

FORDITOTTA

DR. POLGÁR GYULA

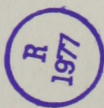
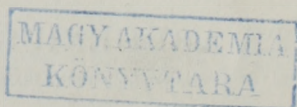
BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA

1914

127460



A SZERZŐ ELŐSZAVA.

«A világok keletkezése» című munkámat oly nagy jóakarattal fogadták, hogy azt eléggé meg nem köszönhetem. Ennek egyik következménye volt az is, hogy úgy ismerősök, mint ismeretlenek a legkülönbözőbb kérdésekkel fordultak hozzám. E kérdések gyakran azon különböző nézetek helyességére vonatkoztak, amelyek a világegyetem szerkezetéről régebben általánosabbak voltak, mint ma. Ez a dolog és más körülmények arra készítették, hogy a kozmogóniai eszmék történeti fejlődését az ókortól Newton idejéig tanulmányozzam. E tanulmány számomra oly érdekes volt, hogy azt hiszem, a közönség is szívesen fog arról tudomást szerezni, hogy az e kérdésre vonatkozó nézetek hogy fejlődtek ki a természeti népek naiv és összefüggéstelen képzelődéseiből napjaink nagyszerű gondolatrendszerévé. «Csak fejlődésükben ismerhetők meg a dolgok», mondja Haeckel. És ha e mondásban bizonyos túlzás is van, — nem szükséges pl. a modern kémia megértéséhez az alkimisták összes fantáziáinak ismerete — mégsem cáfolható meg, hogy az elmúlt idők gondolkodásmódjának tanulmányozása nagy

mértékben hozzájárul saját időnk nézeteinek megértéséhez.

A legérdekesebb bizonyára az a tény, hogy mai felfogásunk csírája már a legrégibb és a legtökéletlenebb nézetekben kimutatható.

E tanulmány nagy megelégedésünkre is szolgál, amennyiben azt látjuk, hogy napjainkban a fejlődés hallatlanul rohamos. Mintegy száz-ezer éven át az emberiség szellemileg téli álomba merülten élt és egy téren sem ért el többet, mint ma a legkevésbé fejlett természeti nép. Azon nem egészen tízezer év alatt, ameddig tartott az úgynevezett kultur-népek ki-fejlődése, a haladás kétségtelenül sokkal nagyobb volt, mint az emberiség történelem előtti korában. Azon nagy kulturális visszaesés dacára, ami a középkort jellemzi, mégis bizonyossággal állíthatjuk, hogy az utolsó ezer év jelentékenyen messzebbre vitt bennünket, mint az egész megelőző történeti idő. És végül Laplace és Herschel Vilmosnak a világkeletkezésre vonatkozó nagyjelentőségű munkái mellett is, amelyeket több mint száz év előtt alkottak meg, állíthatjuk, hogy az utolsó száz év többet adott nekünk e téren, mint a közvetlenül megelőző kilencszáz. Már csak a mechanikai hőelmélet alkalmazása legalább annyi fényt derített a problémákra, mint a megelőző kutatások és ha még hozzászámítjuk a tudásnak azon nagyszerű területét, amelyet a szpektroszkóp használata nyitott meg számunkra és végül a melegsugárzás törvényeinek, a fénynyomás és a gazdag energiájú radioaktív testek tanának felhasználása, úgy a mérleg két-

ségtelenül mélyen az utolsó évszázad javára billen. Összehasonlításunkban persze most oly időhöz érünk, amely sokkal közelebb van, mintsem, hogy teljes bizonyossággal összemérhettünk a megelőzővel, de én mégis azt hiszem, hogy egy természettudós sem fogja kétségbevonni, hogy a természet megismerésében soha azelőtt oly gyorsan nem haladtunk előre, mint éppen napjainkban.

Ha azonban azt kérdezzük, hogy volt lehetséges a természettudomány haladásának ily nagyszerű fokozása (különösen a világprobléma megoldására való felhasználás terén), úgy a felelet erre körülbelül a következő: A kultura hajnalodása idején az emberek kis törzsekben éltek, amelyek a családból fejlődtek ki. A nagy külvilágra vonatkozó egész tapasztalat, amelyre egy-egy elkülönített törzs önmagában szert tehetett, nem ölthetett nagyobb terjedelmet. A törzs legintelligensebb embere felhasználta azt, hogy a többiek vezetését átvegye. Csak a legközelebbi barátok és rokonoknak volt szabad betekintést nyerni azon tudományba, amelyen alapult az ő felsőbbbsége. E kincsnek nemzedékről nemzedékre való növelése csak rendkívül lassan történhetett. A viszonyok nagyban javultak, amidőn a törzsek előnyösebbnek találták, hogy államokká egyesüljenek. A tudományban jártasok aránylag nagy papi szervezetbe tömörültek, amely kétségtelenül valóságos iskolákban nevelte fel és az őskor bölcsességébe bevezette azokat, akik körükbe léptek. Eközben a kultura is annyira előrehaladt, hogy a tapasztalat eredményeinek írásba foglalása vált

lehetőségessé. De az írás igen fáradságos volt, tehát csak kevés írásbeli feljegyzést eszközöltek, amelyet gondosan őriztek a templomokban. A papok tudáskincse ily módon aránylag gyorsan növekedett, de csak elenyésző kis része szivárgott a nép közé, amely különben is a tudásban valami természetfölöttit látott. Ez alatt azonban nagyszerű haladás történt. Valószínűleg az egyiptomi papok vitték a legmesszebbre, akik bölcseségük jórésztét kétségtelesenül tovább adták a görög természetbölcseleknek. A virágzás nagyszerű kora állt be, amelyet annál inkább kell csodálnunk, mivel utána mély hanyatlás következett. Az iratok nem maradtak tovább a templom papjai alkotta hatalmas kaszt kizárólagos szellemi tulajdonában, hanem a laikusok közt is terjesztették azokat, habár csakis a leggazdagabb osztályban. A rabszolgáknak nem volt szabad a kultúra szellemi haladását élvezniök, ha néhány tanult rabszolgától eltekintünk, pl. a könyvmásolóktól, holott a görög és római államban virágzásuk ideje alatt rabszolgák alkották a túlnyomó többséget. Különösen károsan hatott az a nézet, hogy a kézimunka és ennek következtében a kísérletező munka is a szabad emberhez nem méltó és csak rabszolgához illő. A természetkutatás súlyos kárt szenvedett azután az egyik aténi bölcsészeti iskolának a természet tanulmányozásától elforduló irányzata folytán, amely iskolának tanait még azonfelül a keresztény egyház gondozói átvették és csaknem napjainkig a kultúrát megakasztó befolyást fejtettek ki. A szomorú hanyatlás ideje az újkor elejéig, az em-

beriség ujjaébredéséig tartott. E kor a könyvnyomtatást állította a tudomány szolgálatába és a kísérleti munka megvetése eltűnt a művelt ember felfogásából. De lassan ment a dolog eleinte, a régi előítéletek ellenállása folytán és a különböző kutatók együttműködésének hiánya folytán. Ezen akadályok azóta eltűntek és egyúttal gyorsan növekedett a természettudomány munkásainak száma és segédeszközeik tömege. Innen van a legutóbbi idő nagyszerű haladása.

Némelyek azt mondják, hogy mi a «legjobb világban» élünk, efelől aligha mondhatunk valami alapos véleményt, de — legalább mi természetbúvárok — egész biztosan állíthatjuk, hogy a legjobb időben élünk. Azon biztos reményben, hogy a jövő csak jobb lehet, elmondhatjuk a nagy természet- és emberismerővel, Goethe-vel:

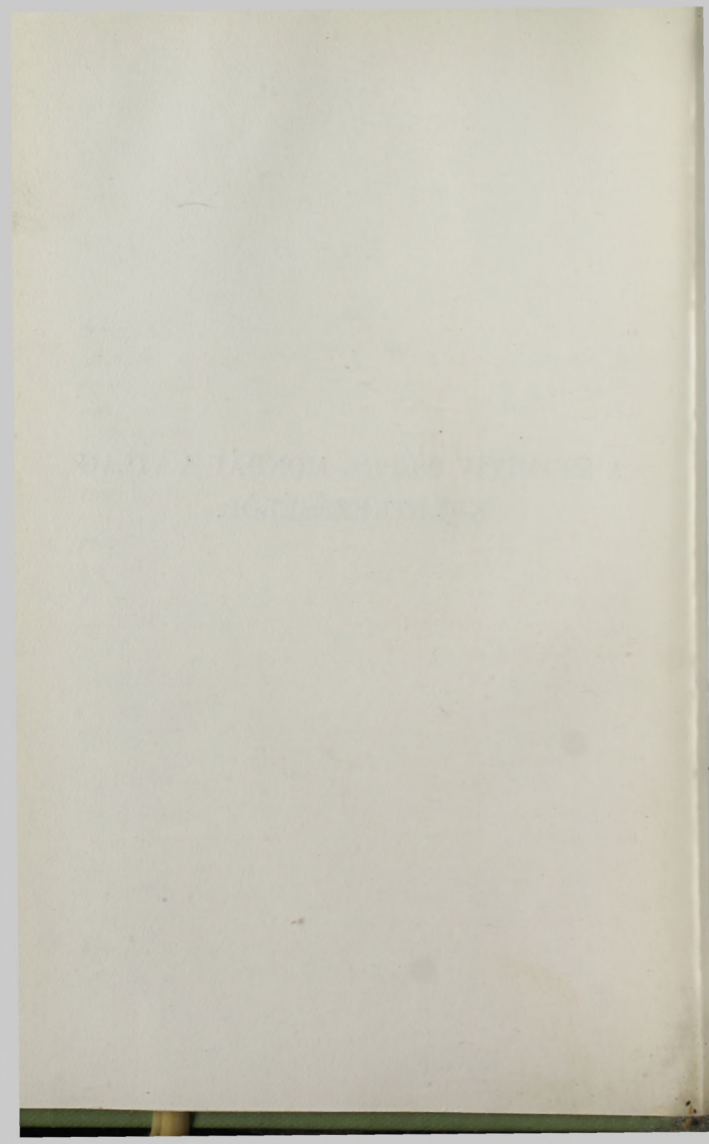
«Es ist ein gross' Ergötzen,
Sich in den Geist der Zeiten zu versetzen,
Zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht,
Und wie, wir's dann zuletzt so herrlich weit gebracht.»

I have been thinking of you very much lately
and wondering how you are getting on.
I hope you are well and happy.
I have been very busy lately
but I have managed to find some time
to write you a few lines.
I have been thinking of you very much lately
and wondering how you are getting on.
I hope you are well and happy.
I have been very busy lately
but I have managed to find some time
to write you a few lines.

I have been thinking of you very much lately
and wondering how you are getting on.
I hope you are well and happy.
I have been very busy lately
but I have managed to find some time
to write you a few lines.

I.

A PRIMITIV NÉPEK MONDÁI A VILÁG
KELETKEZÉSÉRŐL.



A fejlődés legalsóbb fokán álló népek csak a mának élnek. Ami holnap történhet és ami tegnap történt, amennyiben nem függ össze közvetlenül a hétköznapi gondokkal, nem érdekli őket. A világegyetemről, vagy annak fejlődéséről való bárminő elmélkedéstől ép oly távol állanak, mint attól a gondolattól, hogy vajjon régen milyen lehetett a föld. A földnek egymástól távol eső részein találunk ilyen alsórendű néptörzseket. Így pl. Brinton dr. az északamerikai Jeges-tenger partján élő eszkimókról azt mondja, hogy sohasem gondolkoztak a világ keletkezéséről. Épp oly kevésbé törődnek — úgy látszik — a világ keletkezésével az abiponok egykor harcias, most azonban békeszerető indián törzse Santa-Fében, Argentiniában és a délafrikai busmannok.

Egyes vidékeken azonban, ahol nem túlságos kemény a létért való küzdelem, korán bukkanunk a föld és később az ég keletkezésének kérdésére, vagyis más szóval, a földfeletti dolgok kérdésére. Általában antropomorfikus fogalmat alkotnak a világ kezdetéről, vagyis fölveszik, hogy valaminő élőlény hozta létre. Ezen lénynek valamelyes anyag állott rendelkezésére,

amiből kialakította a világot. Hogy a világot semmiből teremtték, az úgy látszik, általában nem az eredeti felfogás, hanem az absztrakció magasabb fokát kívánja.* Ez úgy látszik indus filozófusoktól ered és ezt találjuk Brahmának (a szellemnek) mondájában, aki gondolata segítségével teremtette az ősvizet, valamint a perzsa-izmaelita legendában a végtelen, megnevezhetetlen lényről, amelyből a világ hat periódusban támadt. Azon nézetet, hogy az anyag valamely anyagtalanból származhat akarati aktus, parancs, avagy gondolat segítségével, joggal «természetfölöttinek», vagy «természetellenesnek» mondhatjuk. Amint az a természetkutatás mai álláspontjának ellentmond, amely szerint az anyag mennyisége változatlan, ép. oly kevésbé egyeztethető össze az ősnépek primitív tapasztalataival, amiket környezetükben gyűjtöttek. Azért is találjuk a legtöbb esetben, hogy az anyag örökkévalóságának fogalma mélyebb alapon nyugszik, mint azon vélemény, hogy a teremtő Isten léte végtelen. A világok alkotóját rendszerint úgy képzelik, hogy az maga is az őanyagból keletkezett. Nagyobb fokú következetességet természetesen nem szabad elvárunk ezen első kísérleteknél, amelyekben fogalmat alkotni igyekeztek a világ ke-

* A bunurongok igen alacsony fokon álló törzse az ausztráliai tengerparton, azt mondja, hogy a sas alakú Bun-jel isten teremtette a világot. Miből, nem mondják.

letkezéséről. Azonban ne hagyjuk tekinteten kívül, hogy a legrégebbi felfogásban inkább találjuk meg az evolúció elméletének csíráját (a világprocesszus természetes fejlődésének elméletét, amely fejlődés ismert és mindig érvényesülő természeti erők hatására történik), mint valamely metafizikai teremtetési elméletben; ez utóbbi t. i. az evolúció elméletével szemben természetfölötti erők beavatkozását tételezi fel és ép ezért természettudományi kutatás tárgyát nem is képezheti.

Herbert Spencer a nagy filozófus úgy határozza meg az evolúció fogalmát, hogy: «az evolúció azon változás, mely akkor jön létre, midőn egyenlőtlenségből egyenlőség, bizonytalanságból bizonyosság és rendetlenségből rend keletkezik.»

Ezen meghatározás, mely különben nem kifogástalan — különösen a molekulák mozgását illetőleg — teljesen megfelel a világ fejlődéséről alkotott első fogalmaknak; ezen fogalmak, hála a Kant—Laplace-féle elmélet általános elismerésének, napjainkig mérvadók voltak. Általában a vizet tartották őselemnek, amely alaktalan, rend nélküli és teljesen egyenletes. Régi tapasztalat, hogy a termékeny iszapot árvizek rakják le. Ebből azt következtették, hogy az egész föld a víz lerakódása. Talesz is azt állítja (körülbelül 550 évvel a mi időszámításunk előtt), hogy mindennek kezdete a víz. Valószínűleg már korán tapasztalták, hogyha az edényből kiforr a víz, földszerű kéreg marad vissza, amely a víz által feloldott sókat és iszapos, kemény anyagrészecskéket tartalmaz.

Ezen felfogás igazolásául szolgáljon egy indus mitosz, amely a világ keletkezéséről szól. Az egyiptomi, kaldeusi és finn hasonló tárgyú mondák később következnek. A Rig-Véda 10. könyvének 129. himnusza így szól:

Nem volt még lét, se nemlét,
Se lég, se ég fölötte.
Mi moccan meg és hol? Ki volt, ki mozgatott?
Víz volt az, ami a mélységet megtöltötte?

Nem volt halál és nem volt örök élet,
Nem változott még nap és éj.
A Névtelen susogott csöndesen, önmagát fentartva,
Semmi sem volt kívüle.

Homály volt itt, és homályba burkolva
Formátlan víz volt a világ.
A világ az űrbe rejtve volt,
De belső tüze élt.

A vágy volt az, ami először megmozdult,
A mindenségnek első csírája;
A kutató bölcsek látták,
Lét és nemlét rokon.

De ki az, aki az ősvilág mondáit mondaná?
Ki ismeri, a világ miként állt elő?
Nem voltak akkor istenek.
Ki mondhatná el azt, mit senkisémet látott?

Honnan eredt e világ,
 Isteni kéz alkotta-e, vagy sem,
 Az égben van, ki tudja ezt,
 Ha ugyan tudja Ő.

Ezen mélyértelmű, gyönyörű himnusz nem állítható egy sorba primitív népek mondáival, hanem igen magas fejlődési stádiumnak felel meg. Azonban a himnuszban említett ősvíz, mint minden dolog kezdetének képzete, valószínűleg mélyen benne gyökeredzett az indus nép legrégibb felfogásában.

Igen jellemző azon felfogás, melyet igen sok a teremtésre vonatkozó mitoszban találunk (többek között a kaldeusi és a vele rokon héberben, valamint a görögben is), t. i., hogy a sötétség, vagyis az éjjel valami létező, holott az csak a világosság hiánya. A «nemlét»-et a «lét» rokonának tekintik, holott ellentétek. E nézet kétségtelenül azon felfogáson alapult, hogy a teljes, egyenletes kaoszban semmiféle tárgyat sem lehet megkülönböztetni, tehát nincs is tárgy.

A rendezetlen állapotot mint törvényt rendszerint a görög kaosz szóval jelölik, amely azt jelenti, hogy az alaktalan anyag mindenütt egyenletesen van elosztva. Még Kant is abból indul ki kozmogóniájában, hogy a világ kezdetben anyagi részek teljesen egyenletes káosza volt. Az őállapotot néha az őséter kifejezéssel jellemzik. Így a japán teremtési mitosz: «Ős időkben, mondja, midőn ég és föld nem volt

még egymástól elválasztva, csakis őséter volt, olyan keverék, amely tojáshoz hasonlított. A világos rész, mivel könnyebb volt, fölfelészállt, ez lett az ég; a nehéz homályos rész beleesett a vízbe és föld lett.» Egy más japán monda szerint, amelyet Tylor ismertetett, a föld eredetileg oly sűrű volt, mint a sár, vagy mint az olaj, amely úszik a vizen. «Ekkor kivált tömegéből a nősirom, vagy a káka, amelyet Azi-nak nevezünk, ebből kiemelkedett a földet alkotó isten.»

Az élő természet megfigyelése, midőn élő szervezet látszólag élettelen magból, vagy tojásból keletkezik, gyakran adott alapot azon föltevésre, hogy a tojásnak fontos szerepe volt a világ keletkezésénél. E felfogás ép úgy megvan a japán mondákban, mint az Indiából, Khínából, Polinéziából, Finnországból, Egyiptomból és Főniciából eredő elbeszélésekben. A világ teremtéséről szóló mondák közül, amelyekben egy vagy több tojás játsza a legnagyobb szerepet a világ keletkezésében, a legismertebb és legjobban kidolgozott a finn. Aránylag műveletlen finn néptörzsek elbeszélései szerint jegyezték fel e mondát, amely törzsek Oroszország Archangelszk kormányzóságának területén laknak. Ezen monda szerint «Ilmatar, a természet egyik szűz leánya» a kék űrben lebegett és a tenger hullámaira szállott alá. Tehát kezdettől fogva volt tenger, fölötte a kék űr, valamint Ilmatar, aki a természettől származott. Ez megegyezik az ősnépek rendes felfogásával.

Már 700 év óta lebegett Ilmatar a vihar-

tól ringatva a hullámokon. Ekkor átröpi a vizen egy vadkacsa és helyet keres, hogy föl-építse fészket. Ilmatar kiemeli térdét a vízből és a vadkacsa hat arany és egy vas tojást rak az ölébe. A madár két napig ült a tojásokon, ekkor Ilmatar megmozdult és a tojások a mélységbe estek. (A következő rész Barna Ferdinánd fordításából van véve.)

A tojások összetörték,
Darabokra repedeztek.
A tojások nem jutának
Sárba részei nem hullának;
Töredéki váltak jóra
Gyönyörű szép darabokra:
A tojásnak alsó fele
Alsó anyafölddé leve,
A tojásnak felső része
Elváltozék felső égre,
Sárgájának felső színe
Váltott nappá fenn sütnie,
Fejérének felső része
Ez meg holddá derengnie
A tojásban mi tarka volt
Csillaggá vált s égen ragyog
Mi fekete vala benne
Felhő lett a levegőbe.

Erre Ilmatar kilépett a tengerből, szigeteket, hegyeket és dombokat teremtet és azután Wäinämöinen-t szülte, a halhatatlan énekest, a szél fiát. Wäinämöinen örült a nap és hold fényének, de fájlalja, hogy nincs a földön növényzet. Ekkor a földművelés istenéhez fordul,

Pellervoinenhez, aki a mezőkön magvakat hint szét. A mezőket erre élénk zöld borítja el és fák kezdenek nőni. Végül a tölgyfa oly magasra nő, hogy az emberek előtt elsötétül a nap és a hold, azért le kell dönteni. Mint látjuk, az elbeszélés folyamán istenek, emberek, állatok és növények szerepelnek, anélkül, hogy megjelölnék, honnét jönnek. Ez jellemző a mítoszokra, de ritkán találhatjuk oly határozottan kifejezve, mint a finn legendában. Valószínű, hogy a Kalevala különböző részeit átdolgozták; azonban a világ keletkezésének mondáját nem dolgozták át kritikailag. Vagyis más szóval: e mondákban a természet gyermekeinek poézise nyilvánul meg, nem pedig a bölcseledő világot átölelő elmélkedése.

«Az eredeti kozmogóniák», amint E. G. Hirsch megjegyzi, a nép fantáziájának önként nyilvánuló alkotásai és ép azért rendszertelenek; rendesen nem egyebek, mint a teogonia egy fejezete, vagyis az istenek származásának elbeszélései.»

Különböző népek mondáiban nagy szerep jut a vízözön-mondáknak, amelyekkel sokat foglalkoztak a természettudósok. A legismertebb a bibliában leírt vízözön, amely oly magasan borította el a földet, hogy a legmagasabb hegyek is 15 rőfnyire voltak a víz felszíne alatt. Miután a hetvenes években egy asszír ékírással írott, egészen hasonló tartalmú elbeszélést találtak, amelyben a hős Szit-napisztimt (a babiloniak Xizusztroszát) említik, fölvtették, hogy a zsidó legenda asszír forrásból merített. A héber szöveg azt mondja: «vízözönt fogok létre-

hozni a tengerből», Suessnek, a kiváló geológusnak (1883) az a nézete, hogy e vízözönt vulkanikus kitörésből eredő árhullám okozta; ezen árhullám a Perzsa öbölből kiindulva áthullámozott a mezopotámiai alföldön.

J. Riem nem kevesebb, mint hatvannyolc vízözön-mondát gyűjtött össze különböző népeknél, amely mondák úgy látszik függetlenek egymástól. Ezek közül csak négy vonatkozik európaiakra és pedig Deukalion és Pyrrha görög mondája, az Edda elbeszélése, a litvánok és az Oroszország északkeleti részén lakó vogulok mondái. Afrikából 5, Ázsiából 13, Ausztrália- és Polinéziából 9, Észak- és Délamerikából 37 monda ismeretes. A négereknél, a kaffereknél, és az araboknál hasonló mondákat nem ismerünk. A vízözönt különböző népek különböző módon okolják meg. Szerintük nagy hó- és jégtömegek olvadása (Skandinávia), eső (Asszírnia), havazás (Montagnais-indiánok), az égboltozat beomlása a támasztó pillérek leszakadása folytán (Khína), a vízisten bosszúja (Társaság-szigetek), stb. volt az ok. Több esetben megemlítik, hogy a vízözön többször is megismétlődött. Így Platon Timaioszában azt állítja, hogy egy egyiptomi pap szerint a vízözön bizonyos periodusokban visszatér.

Rendesen azt hiszik, hogy a teremtés folyamata csak a rendezetlen anyag elrendezése, még pedig a legtöbb esetben úgy, hogy a földtől elválik az ősvíz, vagyis a tenger. A Csendes-oceán szigetein néhány primitív törzs azt hiszi, hogy a földet kihalászták a tengerből. Közelfekvő volt a gondolat, hogy a megelőző ren-

dezetlen állapot okául többször megismétlődött vízőzönt vegyenek föl. A nem árja származású szantalog például olyasmit képzelnek.

Ez megegyezik néhány modern kutató állításával, t. i., hogy a föld emberlakta része el fog pusztulni, hogy később új élet hordozója legyen. A primitiv népek szerint a tűz, vagy a víz, a szél (néha az istenek haragja) pusztítja el a földet, azután újra fejlődik, úgy, hogy újra lakhelye lehet élőlényeknek. Ez a változás állítólag többször megtörtént. Ezen messze elterjedt felfogást legjobban az indus mondák fejezik ki (a Purana könyveiben) és a buddhista filozófia, amelyre még visszatérünk.

A világ ujjászületésének tana össze van keverve a lélekvándorlás népszerű tanával, amelyvel ezen összefüggésben nem foglalkozunk.

A régi északamerikai indiánusok mítoszai bizonyos szempontból érdekesek. Ámbár föltételezhetjük, hogy az óvilág közreműködése nélkül jöttek létre, mondáik mégis föltűnően hasonlítanak a mieinkhez, csak hogy az amerikai mondákban fontosabb szerepe van az állatoknak. Az északamerikai indiánok, mint a vadásznépek legtöbbje, az állatokat magukhoz hasonlóknak tartják. A teremtőnek, szerintük, föld vagy agyag állott rendelkezésére. A földet többnyire a vízből kiválnak mondják. A legegyszerűbb felfogás szerint egy kis tengeri sziget fokozatos növekedése által keletkezett a világ. Jellemző, hogy a takuliak Brit-Kolumbiában azt hiszik, hogy kezdetben nem létezett más, mint víz és pénzsmahód. A pénzsmahód a

tenger fenekén kereste táplálékát. Közben iszap gyűlt össze szájában, amit kiköpött, ebből az iszapból sziget támadt, a melyből mindjobban kifejlődött a szárazföld. Még különösebb az irokézek véleménye, szerintük az égből ledobtak egy istennőt, aki egy a tengerben úszó teknősbékára esett, amely megnagyobbodva képezte a szárazföldet. Nyilvánvaló, hogy a teknősbéka megfelel az előbbi monda kis óceáni szigetének, az istennő lezuhanása csak megindította a fejlődést. A tinneh-indiánusoknak az volt a véleménye, hogy egy kutyának a testét, amely szép ifjúvá tudott átalakulni, óriások széttépték és ezen testrészekből keletkeztek a világon létező dolgok. Sok primitív népnél akadunk a világ keletkezésére vonatkozó mondáikban azon hitre, hogy a világ emberi vagy állati testrészekből keletkezett. Néha, mint pl. a winnebago-indiánusoknál, Kitchi Manitu (a nagy szellem) a teremtmény saját testrészeiből és földből alakítja ki az első embert. Ezen monda, amely élénken emlékeztet a zsidók Ádám teremtményének mondájára, már határozottan eleve föltételezi, hogy a föld kezdettől fogva megvolt. Ugyancsak azt tételezik föl a navajo-indiánok, a digger-indiánok és Guatemala ősnépeinek szájhagyományai.

Ausztrália bennszülöttei a legalsóbbrendű fajhoz tartoznak. Ezek, úgy látszik, nem gondolkodtak a világ kezdetén. Náluk úgy, mint a legtöbb műveletlen népnél, az ég semmi egyéb, mint szilárd boltozat a föld síma lapján. A wotjobaluk-törzs azt hiszi, hogy az ég eleinte erősen rá volt szorítva a földre. A nap emiatt

nem tudott a kettő között mozogni, mozgási szabadságát csak az által érte el, hogy egy szarka hosszú bot segítségével fölemelte az eget a földről. Ezen fölötté naiv elbeszélés élénken emlékeztet egy régi egyiptomi mondára, amelyről később lesz szó.

Mindezen példákból láthatjuk, hogy minő szoros, elválaszthatatlan az összefüggés a világ szerkezetéről alkotott ősi fogalmak és a vallási fogalmak között. A vadember mindent, ami mozog, mindent, aminek hatása van, akarattal bíró lélekkel ruház föl. Animizmus e felfogás neve. «Ha a folyam, miként az ember él, akkor akaratától függ, hogy áldást hoz-e öntözésével, vagy pedig pusztulást okoz-e majd heves árjával. Tehát szükséges, hogy megengesszék, hogy jót műveljen vizével, vagy hogy rávegyék, hogy ne pusztítson hullámaival.»

A primitiv ember varázslattal igyekszik befolyásolni a hatalmas szellemet. A varázslat oly tudomány, amelyet kizárólag a beavatott papok vagy kuruzslók foglaltak le a maguk számára, más halandó előtt el volt zárva. Míg mi a természet jelenségeinek felderítésével keressük azon eszközöket, amelyekkel a természet erőit kihasználhatjuk, addig a primitiv nép varázslattal igyekszik azokat megnyerni. Bizonyos tekintetben tehát a mágia a természettudományok előfutára és a mondák, amelyek a varázslat kifejtésének alapjai, megfelelnek némely tekintetben természettudományi elméleteinknek. Így Andrew Lang a következőt mondja: «A mitoszok épp úgy alapulnak föltevéseken nyugvó primitiv tudományon, mint primitiv vallásos

fogalmakon.» Könnyen érthető, hogy ezen föltevés sokszor a hétköznapi megfigyelésekből ered és gyakran nem is oly nehéz eltalálni, mely észrevételek érvényesültek benne. Néha a véletlennek is jutott némi szerep. A hagyomány megőrizte barbár idők mondáit a magasabb civilizáció idejéig. A mondákat az időközben fokozott műveltség és belátás dacára sem alakították át, mert tisztelték az ősoktól öröklött hitet. Ez határozottan kitűnik Heziodusz és Ovidiusz kozmogóniai magyarázataiból, amelyekre a következő fejezetben visszatérünk.

Gyakran más befolyás is érvényesül. A primitív népek mondáit többnyire nagyműveltségű egyének jegyzik fel. Így a nép egyszerű elbeszéléseit önkéntelenül is saját felfogásuk szerint színezik. Ez annál inkább is így van, mivel a mondákban határozott következetesség nincs; a gyűjtő azonban könnyen kísértésbe kerül, hogy azt belevigye. Ez különösen akkor történhet, ha a gyűjtő fajrokonság vagy más oknál fogva jóindulattal elfogult az ősnéppel szemben. Ily esetben az elbeszélés gyönyörű hősköteménnyé válhat, amelynek alapjai a primitív néptől átvett elemek.

Természetesen másképp áll a dolog, ha írott emlékek maradnak. Hogy azonban írott emlék létre jöhessen, ahhoz a műveltség elég magas foka szükséges és akkor már nem igen állíthatjuk, hogy az primitív néptől ered. Azért azon kozmogónikus eszméket, amelyek írott emlékekben jutottak hozzánk, a következő részben külön tárgyaljuk. Ezek között két csoport érdemel különös figyelmet: először is a népek

azon csoportja, akiktől művelődésünk fontos elemeit örököltük, másodsor azok, akik mélyebben gondolkoztak és a műveltség magas fokán állottak.

Az első csoport hagyományai közvetlenül összefüggnek azon tanokkal, amelyeket a legrégibb és az utánuk jövő filozófusok módosítottak és kifejlesztettek. E régi kozmogónikus hagyományok maradványai jelentékeny alkatrészek a jelenkor művelt népeinek felfogásában.

A második csoport azért érdekel bennünket, mert némely pontban azon felfogásra emlékeztet, amelyre a természettudomány vezetett bennünket, amelynek segítségével rendkívül kibővítettük a külvilágra vonatkozó ismereteinket.

II.

AZ ŐSIDŐK KULTURNÉPEINEK
TEREMTÉSI MONDÁI.

A modern civilizáció a régi kaldeusi és egyiptomi műveltségben gyökerezik. Ezen országokban oly kulturemlékeket találunk, amelyek hétezer esztendősek. Dél-Franciaország és Észak-Spanyolország mészbarlangjaiban azonban még sokkal régibb kulturnyomokat találtak, t. i. olyanokat, amelyeknek kora körülbelül 50,000 év. Ezen barlangok falait színes állatképek borítják, amelyek többnyire mammutot, rőnszarvast és lovat ábrázolnak. Azonban az ezen korbéli művészek fantáziáját ép csak a vadászszakmány foglalkoztatta és egy kissé az aszszony is, akivel a fölös zsákmányt megosztotta. A jelenkor műveltségére ez a kor nem hatott. Azonban annál nagyobb befolyással volt rá az a kor, amely Kaldea és Egyiptom klasszikus földjére utal.

«Abban az időben, mondja, a kaldeus legenda, midőn még nem létezett az a magasban, amit égnek nevezünk és lenn, amit földnek nevezünk, midőn tehát sem ég, sem föld nem volt, akkor csak Apsu létezett (az oceán), az atya és Tiamat (Kaosz), a mindenség anyja.» Az óceán vize és a kaosz összevegyült és ezen vegyülésből, mely magába foglalta a világ

alapelemeit, származott az élet. Istenek is keletkeztek, «kik előbb még nem voltak», akiktől számos utód származott. Midőn Tiamat istennő látta, hogy birodalmában azok mind nagyobb tért hódítanak, szörnyetegeket teremtett, hogy uralmát ezek segítségével megvédje. (E szörnyetegek emberfejű bikák, halfarkú kutyák voltak stb.) A többi isten a tanácskozásban azt határozta, hogy ki kell pusztítani a szörnyetegeket, de e feladatra egy sem vállalkozott, csak Marduk, a bölcsesség istenének fia. Jutalmul azt követelte, hogy ismerjék el fölöttük való uralmát, amit ők, a körülmények folytán meg is ígértek. Ezután Marduk íjjal, dárdával és villámmal fölfegyverkezve felkereste Tiamatot és hálót dobott rá. Tiamat kitárta széles száját, hogy ellenfelét elnyelje, erre Marduk vihart vetett torkába, amitől Tiamat megrepedt. Az istennő hívei rémülten igyekeztek menekülni, de tervük nem sikerült, mert bilincsre verve vitték őket Ea isten trónja elé. Marduk Tiamat testét, a rendezetlen kaoszt kettéosztotta, «amint a szárítani való halakkal szokták tenni. Az egyik felét felaggatta a magasba és az lett az ég, a másik felét lába alá terítette és ez lett a föld; így alakította ki a világot, amint azt az emberek ismerik.»

Maspéro-nak a Kelet népeinek ókori műveltségéről írott műve szemléletesen mutatja, hogy milyenek képzelték a világot a kaldeusok. A világtenger közepén magas hegy alakjában emelkedik ki a föld, csúcsát hó borítja; e hegycsúcson ered az Eufrát. A földet magas

fal szegélyezi, a fal és a föld között tenger van, amelyen semmiféle halandó sem juthat keresztül. Az oceánon-túli terület az isteneké. A falon nyugszik az égboltozat, amelyet Marduk kemény fémből alkotott, amely nappal úgy ragyog, mint a nap, éjjel pedig csillagokkal telehintett sötétkék haranghoz hasonlít. A boltozat északi oldalán félkör alakú, kétnyílású cső van, az egyik nyílás keletre néz, a másik nyugat felé. Reggel kilép a nap a keleti nyíláson, lassacskán fölemelkedik az ég déli részére, végül leszáll a nyugati nyílásnál, ahova az éj beálltával bevonul. A nap átsiklik éjjel a csővön, hogy másnap újra kezdje pályáját. Marduk az évet a nap járása szerint 12 hónapra, a hónapot három dekádra osztotta. Az év tehát 360 napos volt. Minden hatodik évhez 13-ik hónapot csatoltak, tehát az év átlagosan mégis 365 napos volt.

A kaldeusok kulturáját leginkább az évszakok változása befolyásolta, ép azért nagy súlyt fektettek az időszámításra. Eleinte, úgy látszik, a hold mozgását vették időszámításuk alapjául, mint a legtöbb nép. Azonban csakhamar észrevették, hogy a nap hatása fontosabb és a nap-évet vették föl, amelynek beosztása a monda szerint Marduk érdeme. Korán fedezték fel azt is, hogy az évszakok meghatározására nézve igen fontos, ha a csillagok helyzetét megfigyelik. Mivel az évszakok változása teljesen uralkodik a szerves világ felett, amelytől az emberiség sorsa függ, végül is az emberekben a csillagok hatalmának káros és

túlzott hite fejlődött ki. Ez a balhit húsz századon keresztül, az újkor elejéig bénítóan hatott a természettudományi kutatásra. Diodorusz Szikulusz, Cézár kortársa következő módon fejezi ki véleményét: «A kaldeusok azért, hogy hosszú időn át figyelték a csillagok mozgását és gondosabban tanulmányozták a csillagok járását és törvényeit, mint más nép, sokat tudnak jósolni az embereknek. A kaldeusok szerint a jóslásra és a jövőre való hatásra nézve öt csillag volt a legfontosabb, amelyeket mi bolygóknak nevezünk. (Merkur, Vénusz, Marsz, Jupiter és Szaturnusz.) Ők ezeket «tolmácsok» kifejezéssel foglalták össze. Szerintük ezen csillagok pályájában azonban még harminc más csillag áll, amelyeket «tanácsadó isteneknek» neveznek. A legfelsőbb istenek száma 12, mindegyikhez hozzátartozik egy hónap és az állatkör egy-egy csillagképe. Ezen csillagképeken halad át szerintük a nap, a hold és az öt bolygó.»

A kaldeus papok teljesen kidolgozták az asztrológiát. Gondosan feljegyezték a csillagok napi helyzetét és azt előre is ki tudták számítani a közeljövőre nézve. Az egyes csillagok isteneket képviseltek, vagy pedig egyenesen azonosították azokat az istenekkel. Ha tehát valaki tudni akarta, mely istenek határoznak fölötte, akkor a papokhoz fordult, akik ismerték a csillagokat. A papok dús jutalom ellenében megmondták, hogy az illető születése napján minő helyzete volt a csillagoknak és ilyen módon megtudhatta sorsának főbb mozzanatait. Ha valaki meghatározott napon fogott valamely vál-

lalatba, akkor előre lehetett tudni, hogy szerencsés lesz-e a dolog. Ha jóindulattal ítéljük meg a kaldeus papokat, akkor azt mondhatjuk, hogy felfogásuk alapja ugyanaz a meggyőződés volt, ami napjainkban, t. i. hogy minden esemény bizonyos külső körülmények szükségképi következménye. Ezt azonban azal a hibás véleménnyel kapcsolták össze, mely a legegyszerűbb vizsgálat után is tarthatatlan, hogy a hold és a bolygók helyzetének lényeges hatása van az emberre. Azon felfogásból, hogy az égitestek istenek, az következett, hogy a csillagászat részévé lett az istenek tanának, illetve a vallásnak. A csillagászatot ezen okból az uralkodó papi osztály a saját maga részére foglalta le. Aki a papok hitében kételkedni mert, azt azon hatalmi osztály, amelynek a papokkal közös érdekei voltak, kiméletlenül üldözte. Ezt a kegyetlen keleti vonást a klasszikus ókor népei örökölték, a középkor félszörös népeinél pedig igen nagy mérvet öltött.

A kaldeusok világalkotási mondája már azért is fontos reánk nézve, mivel ezt, ámbár kissé megváltoztatva, átvették a zsidók, tőlük pedig a keresztények. Hogy a modern tudományos kutatás mily elterjedést tulajdonít a teremtési mondáknak, azt igen jól mutatja Delitsch műve: «Babel und Bibel», amelyre itt is felhívjuk a figyelmet. A zsidók is a kaoszt tartották a kezdetnek, a föld alaktalan volt és üres, a mélységeket (ősvizet) sötétség borította. Berozus babiloni pap szerint: «kezdetben minden csak víz és sötétség volt.» A

zsidók a mélységet személynek vették és Tehom-nak nevezték, ez pedig etimologiailag egyenlő Tiamat-tal. Isten (Elohim) a már meglévő anyagból teremtette (azaz inkább kialakította) a földet.

Elohim elosztotta a vizet. A víz felső részeit az ég foglalta magába, az alsó részbe helyezte a földet, amelyről azt hitték, hogy lapos, vagy félgömb alakú és úszik a vízben. A víz fölött volt a mozdulatlan égbolt, melyre rá voltak erősítve a csillagok. Az égbolt azonban épen nem emelkedett nagyon magasra, a madarak fölemelkednek odáig és ott végig röpülnek. Enoch elmondja, hogyan pusztította el a gye-henna tüze azokat a csillagokat, amelyek Elohim parancsa dacára sem kezdtek ragyogni. Szerinte a csillagok «rossz angyalok», kiket isten megfosztott isteni mivoltuktól.

A kaldeusi és a zsidó teremtetési monda főleg abban különbözik egymástól, hogy az utóbbi monoteisztikus, az előbbi nem. Azonban a kaldeusi mondában is van bizonyos egyistenhívő vonás, t. i. Marduk mindennek ura, sőt az istenek fölé is kiterjed hatalma.

A zsidó kozmogóniában a föníciai felfogás nyomát találhatjuk, t. i. a világot alkotó tojásra céloz e kijelentés: «Elohim szelleme költött (rendesen úgy fordítják, hogy lebegett) a víz fölött.» Marduk és Tiamat küzdelmére is találunk utalást a Leviatan nevű tengeri szörnyetegnek Jahve általi legyőzése mondájában. A zsidó világkeletkezési monda, tehát a keresztény is, kozmogóniai szempontból nem mondható eredetinek.

Az egyiptomi teremtetési elbeszélések igen régiek, ámbar később keletkeztek, mint a megfelelő kaldeusi mondák; az ezen szempontból legfontosabbakat Maspéro összeállítása szerint közöljük. A semmi fogalmát még nem alkoták meg. Az anyag rendezetlen alakban benn volt a «sötét vizekben», ahol különböző vidékeken más-más főisten állította elő az élő lényeket és az élettelen tárgyakat. Az illető főisten saját megszokott módszere szerint pl. szövés-sel, vagy fazekas koronggal alakította ki ezeket. A teremtetési monda leginkább a Nilus keleti deltájánál fejlődött ki. Az ég és föld kezdetben szorosan összefonódva pihent az ősvízben. A teremtetés napján Shu nevű új isten lépett ki az ősvízből, megragadta Nuit isten-nőt és úgy emelte föl, hogy az kezeire és lábaira támaszkodva — az égbolt négy oszlopa — képezte a csillagos eget.

Sibu, a föld, ezután növényzettel vont a magát; emberek és állatok keletkeztek. Ra napisten is az ősvízben feküdt egy lótuszvirág bimbójában; a teremtetés napján kinyíltak a levelek, Ra kilépett, hogy elfoglalja helyét az égen. Ra-t gyakran azonosították Shuval. Midőn nap világította be Nuit-et, az eget és Sibut, a földet, számos isten született, köztük Ozirisz, a Nilus istene. A meleg nap-sugár hatása folytán mindenféle élő lény fejlődött ki: növények, állatok és emberek. Több legenda szerint ez a Nilus iszapjának erjedése útján történt, oly ősnemzés útján, amelyben történeti időben is hittek. Voltak, akik azt hitték, hogy az első emberek, a nap gyermekei

tökéletes boldogak voltak, a későbbi utódok már visszafejlődtek és elvesztették boldogságukat. Viszont mások azt hitték, hogy a legrégibb emberek természete állatias volt, csakis tagolatlan hangokkal értették meg magukat; végül Thot isten tanította meg őket a beszédre és az írásra. Láthatjuk tehát, hogy még a darwinizmusnak is volt előfutárja a kultúra gyermekkorában.

A klasszikus kornak igen hiányos fogalmai voltak a világ keletkezéséről. Heziodusz (körülbelül 700-ban Kr. e.) Theogoniájában és «Munkák és napok» című művében elmondja a görög teremtetési mondát.

A kaosszal kezdődött minden. Azután jött Gea, a föld istennője, minden dolog anyja; saját fiát, Uranoszt, atyjának tartották. Primitív népfajok gyakran hitték azt, hogy az istenek ősei ég és föld. Ha kritikailag vizsgáljuk a következő naiv, gyermekes, néhol barbár költeményt, úgy csekély az értéke. Voss metrikus fordítása a következő: * (Theogonia, 104—130. és 364—375. vers.)

Heil Euch, Kinder des Zeus, gebt lieblichen Ton des Gesanges!
Rühmt nun den heiligen Stamm der unsterblichen ewigen Götter;
Welche die Erde gezeugt und der sternumleuchtete Himmel,
Auch die düstere Nacht, und wieviel aufnährte die Salzflut:
Sagt mir denn, wie Götter zuerst und Erde geworden,
Auch die Ström' und des Meers endlos aufstürmender Abgrund,
Auch die leuchtenden Stern', und der weitemwölbende Himmel;
Und, die aus jenen entsprosst, die seligen Geber des Guten,
Wie sie das Reich sich geteilt, und göttliche Ehren gesondert,

* Alkalmas magyar fordítása nincs.

Und wie zuerst sie behauptet den vielgewundnen Olympos.
 Dies nun meldet mir Musen, olympische Häuser bewohnend,
 Seit dem Beginn, und saget, wie eins von jenen zuerst ward.
 Siehe, vor allem zuerst war Chaos; aber nach diesem
 Ward die gebreitete Erd', ein dauernder Sitz der gesamten
 Ewigen, welche bewohnen die Höhn des beschneiten Olympos,
 Tartaros Graun auch im Schosse des weitemwanderten Erdreichs,
 Eros zugleich, der, geschmückt vor den Ewigen allein mit Schönheit,
 Sanft auflösend, den Menschen gesamt und den ewigen Göttern
 Bändiget tief im Busen den Geist und bedachtsamen Ratschluss.
 Erebos ward aus dem Chaos, es war die dunkle Nacht auch.
 Dann aus der Nacht ward Äther und Hemera, Göttin des Lichtes,
 Welche sie beide gebar von des Erebos trauter Empfängnis.
 Aber die Erde zuerst erzeugete, ähnlich ihr selber,
 Ihn, den sternigen Himmel, dass ganz er umher sie bedeckte,
 Stets unerschütterte Veste zu sein, den seligen Göttern.

Ezután szülte Gea a «forró, puszta tengert» a Pontoszt. Uranosztól hat fiút és hat leányt szült, az ú. n. titánokat: Okeanoszt, Koioszt, (valószínűleg a világosság egyik istene, csak Heziodusz említi), Kreioszt (félisten, felesége Euribia, Pontosz leánya), Japetoszt (Prometeusz atyja, aki ellopta a tüzet az istenektől és az embereknek adta), Hiperiont (a neve azt jelenti, hogy «magasan vándorló»), Teiát (a pompásat), Reiát (isten anyja, t. i. Zeusz volt a fia), Mnemoszinét (az emlékezés istennője), Themiszt (a törvény és rend istennője), Thétiszt, Főbét és Kronoszt (utóbbi istenséget fia, Zeusz megfosztotta uralmától); azonkívül a ciklopokat (egyszemű óriások, kiket Apolló megölt) és másokat. Kevésbé érdekes elősorolni Heziodusz verses katalógusát, amelyben a neveket részben ő maga találta ki. Nevek kita-

lálását, a poézis ezen egyszerű faját nagyban űzték az északi bárdok is. Még csak e néhány sor a csillagok és szelek keletkezéséről Heziodusznál:

Theia gebar voll Glanzes den Helios, und die Selene,
Eos auch, die allen den Erdbewohnern leuchtet,
Und den Unsterblichen rings im weitungwölbenden

[Himmel:

Diese gebar einst Theia der liebenden Macht Hyperions.
Aber dem Krios gebar Eurybia mächtige Söhne,
Pallas samt Asträos, die hoch vorragende Göttin,
Perses auch, der vor allem an kundigem Geiste sich

[ausnahm.

Eos gebar dem Asträos die Wind' unbändigen Mutes,
Zefyros, blassumschauert, und Boreas stürmisch im

[Anlauf.

Notos, da in Liebe zum Gott sich die Göttin gelagert.
Auch den Fosforos jetzo gebar die heilige Frühe,
Samt den leuchtenden Sternen, womit sich kränzet der

[Himmel.

Heziodusz «Munkák és napok» című művében leírja, hogyan teremtték az istenek az embereket. Az emberek eleinte jók voltak, tökéletesek és boldogak és gondtalanul éltek abból, amit a föld nyújtott. Azután visszafejlődtek.

A rómaiak átvették a görög kozmogóniát, de nem fejlesztették tovább. Ovidiusz «Metamorfózis» című művében azt mondja, hogy kezdetben csak a rendezetlen, egyöntetű kaosz volt, «rudis indigestaque moles», a földnek, víznek és levegőnek rendezetlen keveréke. A ter-

mészet elválasztotta egymástól az elemeket, a földet az égtől (a levegőtől) és a víztől, a finomabb levegőt (az étert) a durvább (közönséges) levegőtől. A «súlytalan» tűz pedig fölszállott az ég legmagasabb részéig. A nehéz föld csakhamar leülepedett és körülvette a víz. Ezután a természet megalkotta a tavak fenekét, a folyók medreit, a hegyeket, mezőket és völgyeket. A csillagok, amelyeket addig a kaosz sötétített el, ragyogni kezdtek és az istenek tanyáivá lettek. Növényzet keletkezett és állatok, végül emberi lények léptek föl. Az emberek akkor az ideális állapot aranykorát éltek. Örökös tavasz uralkodott és dús termés volt, anélkül, hogy vetettek volna. («Fruges tellus inarata ferebat.») A folyókban tej és nektár folyt, és a tölgyfából méz csöpögött. Midőn Jupiter (Zeusz) Szaturnuszt (Kronoszt) megfosztotta trónjától és a Tartaruszba zárta, a kevésbé boldog ezüst-kor következett. E korszakban már tél, tavasz, nyár és ősz következett egymásután és az embereknek a zord idő elől menedék után kellett nézniök. A bronzkorban minden rosszabbodott. Végül a borzasztó vas-korszak állott be, amidőn a szerénység, hűség és igazság elhagyták a földet, átadták helyüket a csalásnak, erőszakosságnak és árulásnak, továbbá a telhetetlen pénzsóvárgásnak és a legdurvább bűntényeknek.

Ovidiusz kozmogóniája csak kevésbé különbözik Hezioduszétól. Az őseredeti naivitás nagyobbraest tova tünt; Ovidiusznál már józan rendszeresség van, amely megfelel a praktikus rómaiak gondolkodásának.

A következő pompás leírások Ovidiusz Metamorfózisából valók. (A fordítás Kovách Imrétől való.)

A tenger, a föld s mely mindent főd, az ég azelőtt Egyöntésű volt s az egész természet alakja.
Ős-zűrnek nevezék, mely idom és rendnélküli zagyva
Volt és lomha teher, hova egybe valának az össze
Nem vágó tárgyak más-más fajú magva hordva.
Titán még nem lövelé szét sugarát a világra;
Sem növekedtével nem nyitá Phoebe szaruít,
A föld sem függött a körulte folyó levegőben
Terhével lebegve, még Amphitrite se fogta
Hullámkarjaival földünk partjait ekkor,
S hol föld, ottan volt a lég s a tengerek árja.
Járhatatlan vala így a föld, úszhatlan a hullám,
Fénytelen a levegő; önalakkal nem bírt még semmi.
Egymással küzdött minden. — Ugyanabban a testben
Forróval harcolt a hideg, szárazzal a nedves,
Lágy a durvával, könnyüvel vívott a súlyos.
Ezt a viszályt isten vagy jobb természet elosztá,
Földet mennytől s földtől vizet elkülönítvén
És elválasztván a híg levegőt a sűrűtől.
Amiket ő miután szétfejte s kivont a vak úrból,
Megszerkesztve örök békével, fűze rokonná.
A szomorú égnek könnyü, fényes tűzereje
Fölszállt s legfentebb választá helyet ki magának.
Legközelebb van ehhez a lég, súlyosabb s helye
Lent; de a föld tömörebb s sok súlyos elem tapadt rá.
Önsúlya nyomta alább. Az övező tenger a szélső
Téren üledpedett meg s a szilárd földet bekeríté.
E rendszerbe szedett tömeget, miután egyik isten
Így elválasztá s elzárván földarabolta:
Első ízben a földre hogy minden részről egyenlő

Légyen, nagy tányér idomát öltötte reája.
 Aztán szétteríté a tengert; gyors szelek által
 Duzzasztá s a körülvelt földet parttal övezte,
 Alkotta forrást is, mély posványt és tavakat még
 S kigyózó parttal keríté a lejtő folyókat,
 Melyek más-más helyt részint földtől felitatnak,
 Részint tengerhez jutnak s ottan bevegyülnek,
 Részint széles tóba ömölve a partjait nyalják.
 Altala síkul a rét; a völgy süpped, miglen az erdőt
 Lomb fedi s a köves bércek kitolulnak a földből.
 S mint jobbról is két, s balról is két övre felosztá
 Az eget és középuitt hagyta égő ötödik részt,
 Ily számú övvel hasítá a gondviselés az
 Éggel zárt földet is, most már ennyi öv osztja.
 Forrósa miatt lakhatlan, mely közepén van.
 Nagy hó föld kettőt; ugyanennyit helyezze közéjük
 Mérsékeltséggel, fagyot és hőt összegyűjtven.
 Legfelül a lég leng, mely a tűznél annyival terhesb
 Mennyivel a víznek súlyát túlhágja a földé.
 Mind a ködöt, mind a felhőt itt állapítá meg,
 Mind a mennydörgést, mely rendít emberi szíveket,
 Mind a fuvalmat, mely villámmal jeget alkot.
 A szeleket se hagyá a világ művésze a légben
 Lakni szabálytalanul; más tájon fű noha most mind,
 Alig volt lehető fékezni, ezt a világot
 Hogy ne szakítsák szét; olyan a testvéri viszály itt.

Erre következik a szelek leírása, majd így folytatja:

Mind e fölé teríté a folyó s súlynélküli aethert,
 Amely ment minden legkisebb földi salaktól.
 Im alig szabályzá szét ezeket végvonalakkal
 Már is föl kezdtek mindenhol tűnni az égen

Csillagok, eddig ama zűr alatt elrejtve hevervén.
Hogy pedig egy tájék se legyen lény nélkül, az égbolt
Csillaggal s istenképekkel telt meg egészen.

S a fénylő halak a vizeket nyerték ki lakásul.

A föld állatokat, a mozgó lég szárnyasokat nyert.

Mindeddig nemesebb s magasabb elmére fogékony

Allat nem vala, mely a többi felett uralgjon.

Ember lett hát, kit vagy a minden rendszerezője

S az ifjú világ művésze teremtett isteni magból,

Vagy úgy lőn, hogy az ég magvát őrzé meg ölében

A magas aethertől nem rég zárt és megújult föld,

Mit Prometheus összevegyítvén tiszta folyammal,

Mindent kormányzó isten képét lehelé rá;

S míg lehajoltan néz minden más állat a földre,

Ő magas állást nyert, az eget kell mérni szemével

S a csillag felé hordozni emelt, nemes arcát.

Első ízben arany-kor lett, mely bírátlanul, önkényt

S törvények nélkül tartott hitet és jogokat meg.

Távol volt fenytés és függés, ki se olvasott érbe

Róva fenytő szót, bírát nem féle könyörgő

Népsereg és bizton voltak, noha nem vala bíró.

Még a fenyő nem szállt le folyóvizekre, levágva

A honi bécekről, hogy más földrészre evezzen,

S ön tengerpartján kül mást nem ismere ember.

Városokat meredek, mély sáncok nem körítének

Sem zord harcriadó nem volt még, se a csavargós

Harsona, sem kard, sem sisak; és harc és háború nélkül

Csendes béke ölelte a gond és bútól szabad embert.

Sőt a kapálatlan, nem művelt és ekevastól

Szűz szántóföld is mindent megterme magától.

Azután megszűnt az örök tavasz kora, az
aranykor. Jupiter négy évszakot teremtett. A
nyár heve és a tél szigora ellen oltalmat kel-

lett keresni. Már nem elégedtek meg a föld önkéntes adományával, művelni kezdték a földet.

Harmadszor rézkor követé az arany s az ezüstkort, Mely érzésre vadabb s iszonyú fegyverre serényebb, Mégsem egész romlott. Az utolsó a durva, kemény vas. Befészkelte magát tüstént minden bűn e feslett Korba: szemérem, jog, hűség, erény elenyésztek, Fészket volt helyükön fortély építe, csalárdság, Csel, vétkes kincsszomj, birtokvágy s durva erőszak. Szélnek ereszti a hajós vásznát, a szelet noha jól nem Ismeri: s mely fennállt hegyeken, magasán, sok időig, Nem látott vizeken himbált föl és le a csónak. A földet, mely előbb, mint szél és nap fénye, közös volt, Hosszú határokkal gondos mérnök jelölé ki. A dús földtől már nemcsak gabnát követeltek S más kellő tápszert; gyomrába hatolt be az ember S mik rejtetten, nem messze rakattak le a Styxhez, A gonosz útra vivő kincsek kikerülnek alulról. A bűntermő vas, meg az annál kárhozatosabb fém: Sárga arany feljött; föl a harc, mely harcol ezekkel. Ez véres kézzel veri csörgő fegyvereit össze. Étket rablás hoz, vendégtől társa se biztos. Vő se ipától, nincs testvérek közt sem egyesség, A férj nejének vermet váj, néki, viszont ez, Sápadtszín mérget kever 'undok mostohaasszony, A fiú időnap előtt kérdi, hány éves az apja. Halva a szeretet; a szűz Asträa — az utolsó Mennyei társai közt — a véres földről odább szállt.

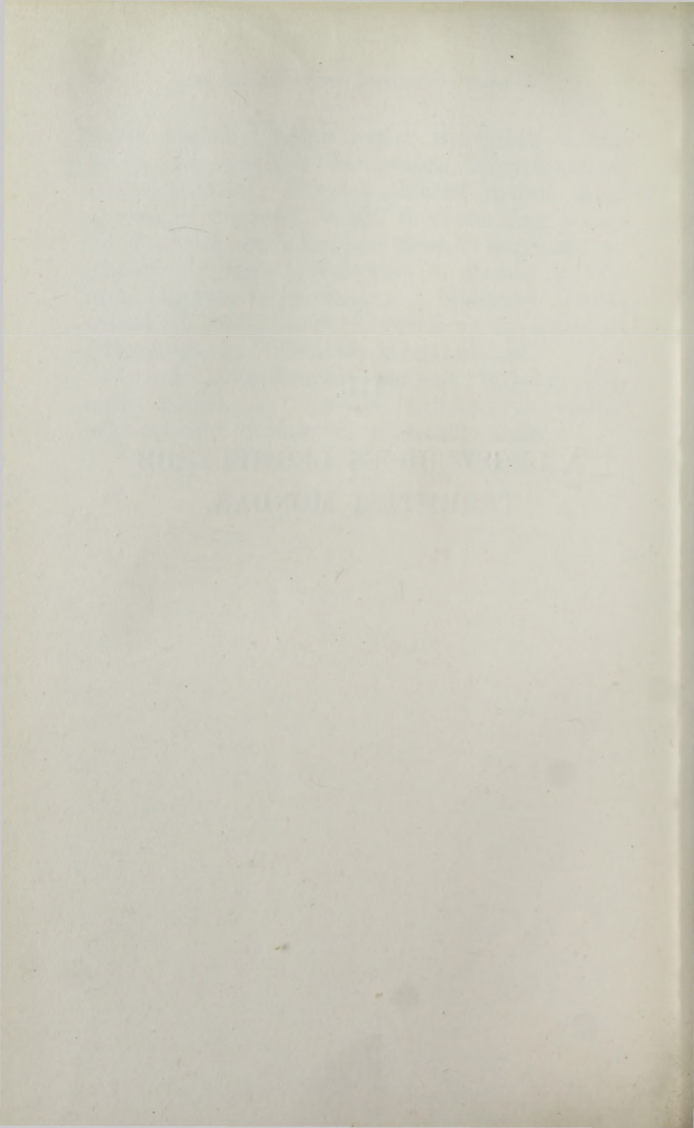
Jupiter árvízzel pusztította el e fajt; az árvizet csak Deukalion és Pyrrha élte túl. Ők Prometeusz (Deukalion atyja) tanácsára csó-

nakot vájtak; kilenc napig hanyattak a tengeren, míg végül a Parnasszusz hegyen szárazföldre jutottak. Köveket dobtak maguk mögé és ezekből emberek lettek. A többi lény a naptól fölmelegített iszaptól támadt ősnemzés segítségével. Igen emlékeztet e monda a vízözön ékirásos feljegyzésére, a bibliának Noahra vonatkozó elbeszélésére, továbbá az egyiptomiak felfogására az élőlények keletkezéséről.

A sok isten később csaknem teljesen háttérbe szorul. Az egyedüli uralkodó az istennek nevezett természet, a melior natura.

III.

A LEGSZEBB ÉS LEGMÉLYEBB
TEREMTÉSI MONDÁK.



Általában véve sok művelt nép megmaradt az előbbieken vázolt állásponton. Dacára annak, hogy Róma Krisztus előtt a műveltség magas fokát érte el, Ovidiusz a világ keletkezéséről mégis csaknem úgy írt akkor, mint Heziodusz 700 év előtt. Szinte azt hihetnők, hogy e hosszú időn át mit sem haladt a természetkutatás. Mindamellett ez időben sok gondolkodónak és kutatónak a világproblemát illető felfogása a fejlődés oly fokát érte el, hogy ma is bámuljuk. Úgy látszik azonban, hogy ezen munka gyümölcse csak a beavatottak számára volt fenntartva. Ha valaki nyilvánosság előtt beszélt, akkor kötelességének tartotta, hogy azon eszméket hirdesse, amelyek évszázadokra nyultak vissza; ezeket az szentesítette, hogy a vallásba voltak bekebelezve. Lehet, hogy a legtöbben, Lukréciusz kivételével, a természetkutatás eredményeit nem tartották elég alkalmasnak költői alakításra. Valószínű, hogy a barbárok azért pusztíthatták el oly hamar az antik kulturát, mert a tudomány nem hatotta át a néptömegeket.

Igen valószínű az is, hogy az egyiptomi papok között voltak gondolkozók, akik túl vol-

tak már azon a primitív állásponton, amely az egyiptomi teremtési mondában nyilvánul. Tudásukat azonban saját osztályuk számára tartották fenn, amely az által nagy hatalmat gyakorolt a szolgálkú nép felett.

Azonban Kr. e. 1400 körül egy felvilágosodott uralkodó, IV. Amenhotep reformálni akarta az egyiptomi vallást, még pedig oly módon, hogy jobban alkalmazkodjék az előrehaladt kultúrához. Igen erélyesen fogott hozzá. Kijelentette, hogy a nagyszámú istenek letűntek és csak egy istent ismer el, Atent, a napot. Lerombolta a régi templomokat és elköltözött Tébéből, amely tömve volt gyűlölt bálványokkal. Azonban az uralomvágyó papság ellene zúdult és a tömeg vakon követte szellemi vezetőit. Így történhetett az, hogy a bölcs király halála után az igazság ezen erélyes kitörése nyomtalanul eltűnt, úgy hogy veje és utódja Ai azt mondta: «Kénytelen vagyok tervedet hajtani oly istenek előtt, akiket megvetek.»

Amenhotep vallását az tette nagyszerűvé, hogy ő a napot helyezte minden fölé, mint ami legkiválóbb a természetben. Ez csaknem megegyezik a mi felfogásunkkal. A nap adja az energiát minden mozgásnak a földön, csak a jelentéktelen árapály képez ez alól kivételt. Laplace feltevése értelmében a föld anyaga is a napból ered, kivéve azon aránylag kis tömegeket, amelyek mint meteorok hullnak le rá. Mondhatjuk tehát, hogy «a nap minden dolog eredete», akár a földi dolgokat gondoljuk, mint a primitív népek, akár pedig a naprendszert

értjük. Két szép himnusz maradt ránk a napistenhez, akiket Re-nek és Atum-nak neveztek.

Imádat néked Re, napkeltekor, Atum napnyugtakor!
Te támadsz, te támadsz, te tündökölsz, te tündökölsz
Fénykoronáddal, te istenek királya.

Az ég és föld ura te vagy.

Te vagy, ki alkottad a csillagokat fön, az embert itt
Egyedüli isten vagy, ki kezdettől fogva volt. [alant.
Te teremted a földeket, te alkottad a népeket.

Te adtad nekünk a vizet, a szilárd földet, a Nilust,
Minden folyam a te ajándékod, te adtál éltet annak,
[ami bennük van.

Te kapcsoltad egybe a hegyek láncait; embert s földet
[te hívtál elő.

A Laplace-féle hipotézis alapján is a nap tekinthető az egyiptomiak szerint legfontosabb csillagok, a bolygók alkotójául. Mivel a bolygókat isteni lényeknek hitték, joggal mondhatták, hogy csak a nap volt kezdettől fogva isten.

Amenhotep felfogására emlékeztet Zaratusztráé egy-két századdal később. Szerinte végtelen idő óta áll fön, a kaosznak megfelelő végtelen űr, valamint a világosság és sötétség hatalma. Ormuzd, a világosság istene a meglévő anyagból alakította ki a dolgokat. A teremtés sorrendje a következő; összehasonlítás céljából közöljük a babiloni és zsidó felfogást is:

Ormuzd teremtette:

1. A főisteneket,
2. az eget,
3. a napot, holdat, csillagokat,
4. a tüzet,
5. a vizet.
6. a földet és az élőlényeket.

Marduk teremtette:

1. Az eget,
2. az égitesteket,
3. a földet,
4. a növényeket,
5. az állatokat,
6. az embert.

Elohim teremtette:

1. Az eget,
2. a földet,
3. a növényeket,
4. az égitesteket,
5. az állatokat,
6. az embert.

Zaratusztra hívei is a napot tisztelték, mint a legfőbb világosságot, ép úgy, mint a babiloniak Marduk napistent. Sok nép ösztön-szerűen tért át a sok isten imádásáról a napimádásra, így például a japánok is.

Idők folyamán mindjobban megváltozott Perzsiában Zaratusztra tana és számos szekta támadt. Leghatalmasabb volt ezek között a zervaniták felekezete, ezeknek legfőbb tétele az idő végtelenségének elve volt, ebből támadt a jó principiuma (Ormuzd) és a rosszé is (Arimán).

Zaratusztra tanaitól, mohamedán és gnosz-

tikus elemek segítségével keletkezett a filozófiai, misztikus árnyalatú izmaelita vallás.

A világ mögött eszerint egy megfoghatatlan, megnevezhetlen lény van: a végtelenség megszemélyesítése. Semmit sem lehet róla mondani és azért nem is lehet imádni. Ebből a lényből szükségképen az emanációk egész sora indul ki: 1. az összértelem, 2. az összlélek, 3. az alárendelt őanyag, 4. a tér, 5. az idő és 6. a rendezett anyagi világ, amelyben az ember a legfőbb lény. Ez a vallás az anyagot, a tért és az időt magasabb fokra helyezi, mint a tapasztalati világot. Ez megfelel a modern felfogásnak, amely szerint az anyag, a tér és az idő végtelen. Az összlelket szintén magasabbra tartja; ennek az élet örökkévalósága felelhetne meg.

Zarátusztra tana szerint Astvad-ereta föl fogja támasztani a holtakat és újra boldog idő köszönt be. Az izmaeliták azt vallották, hogy a zoroasztrikus eredetű, a föltámadásra és utolsó ítéletre vonatkozó tanok csak képek, amelyek a világrendszer periodikus változásait ábrázolják. Lehetséges, hogy az indus filozófia befolyása alatt magyarázták ezt így.

A régi indus papi osztály idők folyamán kifejlesztette az örökkévalóság elméletét. Ennek mély filozófiai értelme van, mert benne van az anyag és energia megmaradása tanának csírája. A végtelenség fogalma lényeges alkat-eleme a mai világmagyarázatnak. Mivel a világegyetemben szemmellátható a fejlődés, az örökkévalóságot csak úgy érthetjük meg, ha föl vesszük, hogy a fejlődés mindig visszatérő

periodusokban történik. A következő elbeszélés mutatja, hogyan magyarázták az indiai bölcselkedők ezt a folyamatot: Manu elgondolkozva ült. (A Védák himnuszaiban Manu Noah-hoz hasonlóan az emberek ősatya.) Ekkor a maharisik közeledtek feléje, tiszteletteljesen köszöntötték, azt mondván: Urunk, kegyeskedj rendben és gondosan megmagyarázni mindazon törvényeket, amelyek a dolgok őseredetére és a keveredés által létrejött valóságokra vonatkoznak. Csak te ismered, Mester, ezen egyetemes törvények eredetét, jelentőségét és következményét. Ezen törvények alapvetők és megfoghatatlanok és közönséges halandó számára érthetetlenek, mert ezek a Veda.» (Bölcsesség.) Erre a mindenható bölcsen így válaszolt: «Figyeljetek; e világ sötét volt, megfoghatlan és határozott tulajdonságok híján való. Ész nem foghatta fel, se nem nyilvánulhatott előtte, mély álomba merültnek látszott. Midőn a feloldás teljessé vált (a világot teljesen homogén oldatnak képzelték), akkor az úr (Brahma), aki számunkra megfoghatlan és önmagának alkotója, az öt elemmel és más ősanyagokkal észrevehetővé tette a világot. Elosztotta a sötétséget, a legszebb fénnnyel világította meg a világot és megindította a természet fejlődését. Vágya támadt, hogy önmagából alkosson dolgokat, e célból vizet teremtett és magot hintett beléje. Ezen magból ragyogó arany tojás fejlődött ki, viszont e tojásból származott a férfialakú Brahma, aki minden dolog eredete. Miután egy istenében át (amely kevéssel több 3 billió emberi

évnél) nyugodott a tojásban, a dicső isten a tojást gondolatával kettévágta és kialakította belőle az eget és a földet. A kettő között elhelyezte a levegő-réteget, az ég nyolc szféráját, valamint végtelen teret a víz számára. Ezután hozta létre a mulandó világot, amely az örök világból kisugárzik.» Ezen kívül számos istent, szellemet és kort teremtett. Az örök isten és vele minden élőlény a pihenés és az ébrenlét váltakozó periodusait élik át. Az emberi év egyenlő egy szellem-nappal. Tizenkétezer szellem-év, amelyek mindegyike 360 földi év, egyenlő egy isteni periódussal; kétezer isteni periódus ad egy Brahma-napot. Ilyen nap — 8640 millió földi év — második felében szunynyad Brahma és vele pihen minden élet; midőn fölébred, kielégíti alkotási vágyát. A teremtés és megsemmisülés folyamatai végtelen nagyszámúak, és az örökkévaló lény mintegy játékból ismétli meg ezeket.

Az indus filozófiát az teszi naggyá, hogy helyesen fogták fel a végtelenség fogalmát, amely szerint a természetben szükséges a periódikus változás. E felfogás azonban pesszimisztikus, mert a fejlődés minden periódusában állandó hanyatlást vesznek fel, különösen erkölcsi tekintetben.

E pesszimisztikus felfogással, amelyet már az egyiptomiak mondáiban, a klasszikus ókor népeinél megtalálunk, akik az emberiség ősi aranykoráról regélnek, s amely továbbá a kaldeusoknál is megnyilatkozik, akik mondáikban a paradicsomról és a bűnbeesésről szólnak, ezzel élénk ellentétben áll a természettudományi

alapon nyugvó evolúció modern tana. Ezen utóbbi szerint, amelynek már az egyiptomi mondában és Homerosznál is volt előkészítője, az emberek mindinkább javulnak. A létért való küzdelmet az evolúció tana szerint csak a legerősebbek és legalkalmasabbak bírják ki, úgy hogy az egymást követő nemzedékek mindig életrevalóbbak.

Fenti elbeszélésben találkozunk először azzal a határozottan kifejezett véleménnyel, hogy a gondolat, vagy pedig az akarat aktusa oka lehet bizonyos változásnak, az anyag már meglévő energiájának, vagy magának az anyagnak felhasználása nélkül. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy lehetségesnek tartják a semmiből való teremtést. Ezen hit számos követőre talált; ezt előnyben részesítették azon felfogással szemben, amelyet eredetileg minden faj egyaránt vallott, t. i., hogy átalakítás volt a teremtés. Természettudományi és filozófiai szempontból tarthatlan álláspont az, hogy semmiből lehet valami. Elegendő erre nézve, ha Spinoza és Herbert Spencer minden kétséget kizáró nyilatkozatait közöljük. Spinoza Etikája harmadik részében azt mondja: «A természet törvényei, amelyek szerint minden átalakulás történik, mindig és mindenütt ugyanazok.» Herbert Spencer «A biológia principiumai» című munkájában a következőket mondja: «Föltételezzük-e, hogy egy új szervezet semmiből teremtetett, hogyha már teremtetett? Ha igen, akkor föltesszük azt, hogy anyagot alkottak, ez pedig megfoghatatlan; ez t. i. föltételeznél, hogy viszonyt állítunk föl valami és

semmi között, vagyis, hogy viszonyt létesítünk két tag között, holott a másik hiányzik, ez pedig lehetetlen. Az energia teremtése ép annyira lehetetlen, mint az anyag létrehozása. Az a vélemény, hogy élőlényeket teremtettek, csak oly korban támadt, midőn a legmélyebb sötétség uralkodott.» Ezt az utolsó állítást ugyan kissé módosíthatjuk, mivel az a hit, hogy semmiből lehet teremteni, csak igen előrehaladt fejlődési stádiumban lép föl.

Sajátságos, hogy a régi skandináv népnek volt a legfejlettebb teremtési mondája. Ne feledjük azonban azt, hogy az északi nép ősei már a kőkorszak alatt is Skandináviában laktak, tehát valószínűleg több ezer éven át volt ott a lakóhelyük és hogy a bronz-korbeli leletek már igen magas kulturáról tesznek tanubizonyosságot Skandináviában. Kétségtelen, hogy átvettek némely gondolatot az ókor művelt népeitől és hogy azokat önállóan feldolgozták. Míg a régi kaldeusoknál és egyiptomiaknál, mint más primitív fajnál a víz volt a főelem, a kemény földdel szemben, addig a skandinávoknál a meleg volt a legfontosabb és annak ellentéte, a hideg. Tényleg a hőnek van a legfontosabb szerepe a fizikai világban és azért tudományos igazság szempontjából a skandináv teremtési monda minden eddig említett fölött áll. Igazán csodálatos, mily szépen alkalmazkodik a legenda a mi mai felfogásunkhoz. Némely része keleti eredetre vall, avagy a klaszikus ókor eszméit vette föl; azonban a természet szellemes magyarázata jellemző a skandináv kozmogóniára. Eszerint a világ, amely-

ben élünk, nem tart örökké. Kezdeté volt és vége lesz. Midőn az idő reggele volt még:

«Nem volt még föld és tenger sem
Nem volt hús hab
És ég sem volt fölötte.»

Feneketlen űr volt csupán, ennek északi részén fakadt a hideg forrása, amely környezetét fagyos ködbe burkolta, amiért is e vidéket Nifelheimnak (ködvilág) nevezték. Az űr déli oldalán fakadt Urd, a meleg forrása, a kettő között eredt pedig a bölcsesség forrása, Mime kútja. Nifelheim ködös, szürke hullámai találkoztak az űrben Urd meleg áramlataival, ezek keveredéséből keletkezett a világ, később pedig istenek és óriások származtak belőle. Azon üres térben, amelyben Mime kútja volt, keletkezett az emberi szemnek láthatatlan világfája, amelynek gyökerei a három forrásig értek.

Ezen mondat az teszi nagyszerűvé, hogy a lakott világot — a napnak és a kozmikus ködnek megfelelően — hő- és hidegforrásoktól teszi függővé. Az emberlakta világ a két forrás között van és létezése, modern módon kifejezve attól függ, mennyi hővel látja el a nap és hogy mennyi áramlik el belőle a hideg ködfoltok felé.

Az északi monda ezután azon általános fel-fogásra tér át, amely a világ teremtését élet-telen testrészekhez köti. Odin isten (a kaldeus Marduk) megöli Ymert (Tiamat), az óriást, ennek a testéből teremtette az eget és földet, véréből pedig a tengert. Itt azonban érdekes

módosítás történik. Ymer tagjait előbb porrá kellett zúzni, mielőtt élőlények hordozóivá válhattak volna. Ezen célból az óriás-malmot kellett megépíteni, ezt a hideg-forrás vize hajtotta, amely aztán vezetéken át lefolyt a tengerbe. Ez költői leírása a kőzetek elmállási folyamatának, amelyet fagy és víz hoznak létre. Az óriásmalom egyúttal az eget állócsillagaival együtt forgatta.

A babiloni mondában Oannesz tengeri szörny, akinek hal-teste és emberalakú feje, keze és lába van, kilépett a tengerből, hogy az embereket mindenféle tudományra és művészetre tanítsa meg, azután újra eltűnt a mélységben. Ezt a szörnyeteget a skandináv monda Heimdal-lal a tűzistennel helyettesíti, kit az óriásmalom köveinek szikrái szültek. Gyönyörű, világos hajú, gyöngéd ifjúként jön csónakán, hogy a műveltség áldását terjessze az emberek között. Csónakjában mindenféle szerszámot, fegyvert és gabonakévét hoz. A tűz-isten megnőtt, az emberek vezetője lett, odaadta az embereknek a tűzfúrót, megtanította őket a rúnák ismeretére, mesterségekre, állattenyésztés-, kovácsmesterség-, kenyérsütés, építés és más ügyességre, valamint vadászatra és önvédelemre. Ő alapította meg a házasság intézményét, az államot és a vallási szertartásokat. Mikor Heimdall hosszú és bölcs uralom után örök nyugalomra tért, ugyanazt a csónakot találták a tengerparton, amelyen egykor eljött. A hálás emberek Heimdall testét jégvirágos csónakba helyezték, amelyet értékes kovácsmunkákkal és ékszerekkel töltöttek meg. A csónakot, miként

Heimdall érkezésekor, láthatatlan evezők kiröpítették a tengerre, ahol eltűnt a láthatárról. Heimdall az istenek országába jutott, ahol ragyogó ifjúságban új életre ébredt. Földi uralmát fia Sköld-Borgar vette át.

Sköld-Borgar alatt a világ rosszabbodott és uralma vége felé meghalt Balder, a világosság istene. Erre azután rettentő tél következett, glecserek és jégmezők borították az emberlakta földet, a jégmentes területen is mind silányabb lett a termés. Éhinség tört ki, amely borzasztó bűntényekre ragadta az embereket. A vihar ideje volt ez és az erőszaké, az északi népek karddal kezükben kiszorították törzsrokonait lakhelyeikről, úgy hogy azok délfele kerestek új hazát. Bizonyos idő múlva eltűnt az örök tél és vele a jég is.

Láthatjuk, hogy a monda az éghajlat rosszabbodását és a jégkorszakot, amely az emberek kivándorlását vonta maga után, szemléletesen jellemzi. Nem csoda tehát, ha azt hitték, hogy egy új örök tél a világ végét okozza majd, a Ragnarök-öt. Közeledtére újra bekövetkezik majd a borzasztó, törvénytelen állapot. A jég-ország óriásai megtámadják az istenek tanyáját; az emberek a hidegtől, éhségtől és betegségektől megtizedelve harcok között fognak elpusztulni. A nap továbbra is megteszi napi útját, fénye azonban egyre gyöngülni fog. Az óriásokkal való küzdelemben sok isten meghal, még Heimdall is halálos sebet kap. A nap is kialszik majd, az égbolt meghasad, a hegyek megrepednek és az általuk lekötött tűz előtör, lángba borítva a csatateret.

A nagy tűz után azonban friss zölddel borított új világ fog keletkezni. Hoddminne lige-téig azonban, ahol Mime kútja van, nem ér a tűz és több isten, továbbá Leifthraser és Lif emberpár ennek oltalmában megmenekül. Ezek az emberek visszatérnek a földre. Új, gondtalan kor következik és a műveletlen föld újra dús termést hoz.

Erre a nevezetes mondára a klasszikus ókor és a kereszténység is hatással volt. Ami bennünket különösen érdekel, az a nap kihülésének, hőhatása csökkenésének gondolata, amelynek következménye minden földi élet megszűnése. Az után a nap összeütközik a hidegség világával (az óriásokkal), a kozmikus ködfoltokkal és a bennük rejlő kihült napokkal. A föld kemény kérge megreped az összeütközés következtében és a belső tűzár, aminő Izland vulkánjaiból ismeretes, elpusztítja a földet. Idővel azonban új föld keletkezik és az élet a halhatatlanság fájáról újra leszáll a földre.

Az Edda e mondája szépség és igazság tekintetében messze fölülmulja mindazt, amit más primitív nép alkotott. Kétségtelen, hogy e műveltség elemei és ezekkel együtt e terem-tési mitosz alapelemei is idegen országból eredtek, valószínűleg a tengeren túlról, keletről. Azonban semmiféle terem-tési monda sem közelíti meg a skandinávét a természet hű felfogásában.

Fentebbiekben oly korok felfogását igyekeztem vázolni, amelyekben még nem ismerték a közvetlen megfigyelést. A természettudomány ily körülmények között mitoszokba öltözik, ma-

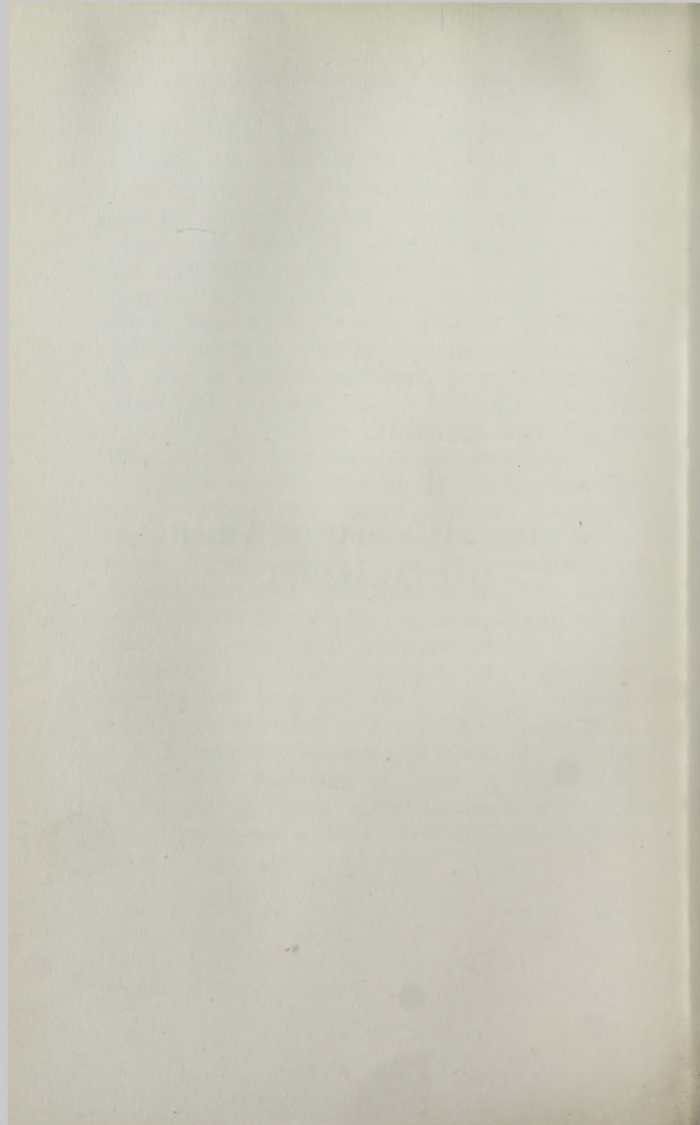
gasabb fokon pedig a bölcselkedés bő mezébe. Máskép áll a dolog, amikor kezdetét veszi a megfigyelés és a kísérletezés. Az adatok nehézkes és áttekinthetetlen tömegét általános törvények alá foglalják, amelyek segítségével azokat gyorsabban tudjuk visszaadni; más szóval, hogy a tapasztalat hasznunkra váljék, szükségünk van a teoretikus rendező munkájára. Amint az első törvényeket megtaláltuk, még ha nem is egészen pontosak, megjósolhatjuk az események menetét. Ezen jóslatokat aztán javíthatjuk, ily módon pontosabbá tesszük a törvényeket, és megerősítjük ismereteinket.

Eleinte az idő ismerete volt különösen fontos az emberekre és ezért gondosan megfigyelték; ennek következtében felismerték az égitestek tulajdonságait, amelyeket valószínűleg összehasonlítottak földi tárgyakkal. Így fejlődtek ki fokozatosan a csillagászat, fizika, és kémia elemi fogalmai. Most az előbbi korokkal ellentétben a különböző nézetek legkiválóbb képviselőiről lesz szó és ily módon történeti áttekintést nyerünk a fogalmak fejlődéséről.

A következő fejezetben a történeti idő kozmogóniáival foglalkozunk, míg az előbbieken a mondák korának világmagyarázatairól volt szó. Éles határ a kettő között, természetesen, nincs.

IV.

A RÉGI FILOZÓFUSOK VILÁG-
MAGYARÁZATAI.



A barbár törzsek nem érezték az időszámítás hiányát, s így nem volt okuk, hogy az idő beosztására törekedjenek. Vadászat és halászat-tal tartották fenn magukat. Az erdei bogyókat és az ehető gyökereket csak akkor becsülték meg, ha vadászzsákmány híján az éhség kényszerítette rá őket. Ez csak szükség idején történt, ellenben valószínű az, hogy az asszonyok gyakrabban éltek gyökerekkel; t. i. a férfiak csak akkor adhattak az asszonyoknak is a zsákmányból, ha az bőven állott rendelkezésükre. A törzsek kénytelenek voltak a vadat követni és azért csakis a napi szükséglettel törődhetek. A dolgon nem változtatott sokat az, hogy elsajátították az állatszeliidítést, hogy szükségleteiket fedezhessék. A csordának minden évszakban más-más legelő kellett, s így a nomád nép tartózkodási helye a csordától függött és nem megfordítva.

Egészen más volt a helyzet, amikor a nép szaporodása rávitte az embereket a földművelésre. Állandó lakóhelyről kellett gondoskodni, meghatározott időszakokban kellett a földet művelni, hogy a végcélt, a termést megkapják. Az évszakok változása a nap helyzetétől függött s így meg kellett figyelni a napot.

Azonban csakhamar észrevették, hogy bizonyos csillagok helyzetét különböző évszakokban könnyebb megfigyelni, mint a napét. A hold szabályos változásai, amelyek rövid időközökben visszatérnek (29.53 nap), nem kerültek el figyelmüket, e változások rövid időközök mérésére alkalmasak voltak. Valószínű, hogy a legrégebbi időben a nomád törzsek órája a hold volt. A nomádok csordáikkal a hold szelid fényénél vándoroltak és kerültek a nap forró sugarait. Később a napot a föld ura gyanánt tisztelték, az év a nap és a hold mozgásától függött. Az évnek több mint tizenkét szinodikus hónapja van,* de kevesebb, mint tizenhárom; ezen úgy segítettek, hogy több évet tizenkét holdhónaposnak vettek, másokat meg tizenhárom hónaposnak. Az átlagos évtartam ilyen módon kifogástalan volt. A nap hat egyenlő részre oszlott, minden rész hatvan perces volt; a babiloni perc egyenlő volt a mi négy percünkkel és a nap az égen egy fokot egy babiloni perc alatt futott be.

A kaldeusok észrevették, hogy több nagyobb csillag nem alkalmas az évszakok meghatározására. Ezen szabálytalan csillagokat bolygó csillagoknak nevezték el, ilyen például a nap és a hold, amelyek minduntalan változtatják helyüket, míg a többi csillag megtartja viszonylagos helyzetét. A napon és holdon kívül imád-

* A szinodikus vagy holdhónap ujholdtól ujholdig tart.

ták a csillagokat is. A legrégebb szabályszerű kaldeusi csillagászati megfigyelések körülbelül ötezer évvel Kr. e. indulhattak meg. Ezen megfigyelések római és görög vélemény szerint több százezer éven át folytak. Hipparchosz, a kiváló csillagász szerint 270 ezer évesek e megfigyelések, Cicero 470 ezer éves megfigyelésekről beszél; ez természetesen óriási túlzás.

Kalliszthenesz gyűjtött ily megfigyeléseket Aisztotelesz számára, ezek Kr. e. 2300 évre nyúltak vissza. A kaldeus papok éjjelről-éjjelre följegyezték agyagtábláikra a csillagok helyzetét és fényét, föltünésük, delelésük és letünésük idejét. Az állócsillagok mozgása oly szabályos, hogy előre meg lehet állapítani elég pontosan a helyüket. A bolygók mozgása szabálytalan; de megfigyelték, hogy e szabálytalanságok időszakosak; a Vénusz periódusa nyolc éves, a Jupiteré 83 éves. A bolygók helyzetét is gondosan följegyezték; e táblázatok segítségével a csillagász évekkel előre meg tudta állapítani a bolygók helyzetét.

A bolygók mozgására valóságos csillagászati évkönyveket szerkesztettek, ezek közül több ránk maradt, így például a Kr. e. 523. évre szóló. A napnak az állatövben megtett útja szintén igen szabályos. Mindennap majdnem egy fokot tesz meg, azért osztották be a kaldeusok a kört 360 fokra. Midőn észrevették, hogy a nap télen látszólag sokkal gyorsabban mozog, azt azzal a föltevessel magyarázták, hogy a nap téli napon $1^{\circ}159'$ -ot ír le, nyáron ellenben csak $0^{\circ}9524'$ -ot.

A leghíresebb babiloni csillagász, Kidinnu a Kr. előtti második században lényegesen javította ezen számításokat, t. i. fölvette, hogy a napnak minden hónapban más a sebessége. Igen sok fontos számítást eszközölt; hold mozgási táblázata pedig különösen pontos. A nap és hold viszonylagos mozgásait illetőleg meglepő a pontosság; ezeknek a felismerése több mint ezeréves megfigyelés eredményének kell lennie. 235 szinodikus hónap 6939·69 nappal (vagy 19 napévvel) egyenlő; vagyis a hold 19 napév múlva majdnem ugyanazon helyzetbe kerül a nap és a földdel szemben. Ha tehát holdfogyatkozás van, akkor előre mondhatjuk, hogy 19 év múlva visszatér. Ezt a rendkívül fontos időszakot meton-periodusnak nevezzük. Hogy a babiloniak ezt már ismerték, azt bebizonyította Kugler, babiloni eredetű számításokkal, amelyek a Kr. előtti negyedik századból valók. Ezek körülbelül 50 évvel előzik meg azt az időpontot, amikor Meton (432-ben Kr. e.) Görögországban a meton-periodust bevezette. E két felfedezés valószínűleg független volt egymástól, ámbár Babilon és Görögország Főnicián át érintkezett egymással. Tálesz, úgylátszik, főniciai származású volt. Az alexandriai görögök később szintén ismerték a babiloni csillagászati tudományt.

Napfogyatkozást is előre meg lehet állapítani ily módon, ámbár ennél kisebb a valószínűség. Mivel a fogyatkozások, különösen pedig a napfogyatkozások nagy hatással voltak minden élőlényre, nem csoda, hogy a papok te-

kintélye igen növekedett, amióta azokat megtudták jósolni. A csillagászok igen korán tudhatták, hogy a napfogyatkozás a holdnak a föld és a nap közötti helyzetétől függ. Ebből kifolyólag megérthették, hogy a holdfogyatkozást a föld árnyéka okozza. És mivel az árnyék alakja köralakú, arra kellett következtetniök, hogy a föld gömbalakú. Bármely oldalával is fordul a föld a hold felé, az árnyék mindig köralakú maradt, ebből arra következtethettek, hogy a föld alakja határozottan gömbhöz hasonlít és nem kerek laphoz. Ezen tapasztalatok alapján helyes fogalmat alkottak a föld alakjáról és a földnek a naphoz és a holdhoz való viszonyáról. Szeleukusz csillagász (a Kr. előtti második században) tudta már, hogy a föld gömbalakú és hogy tengelye körül forog. Lehetséges, hogy a kaldeusok már fokmérést is eszközöltek. Achillesz Tatiosz, görög író, aki a Kr. utáni ötödik században élt Alexandriában, elbeszéli, hogy a kaldeusok véleménye szerint, ha egy ember szakadatlanul járna óránként 30 stádiont (vagyis 5 kilométert) megtéve, akkor egy év leforgása alatt körüljárná a földet. A föld kerülete eszerint 43800 km, ami körülbelül úgy is van.

A világrendszerrel alkotott fogalmaikat a kaldeusok nem igen fejleszthették tovább. A babiloniak gondosan feljegyezték a csillagok helyzetét; azonban a görögökkel ellentétben, nem gondolkoztak a világegyetem fölépítésén. Ez jellemző különbség keleti és nyugati gondolkodásmód között. A bolygókat isteneknek te-

kintették, azért mozognak azok szabadabban, megjelenésük szerencsét, esetleg szerencsétlenséget jelentett születés és halálesetnél, örökösödésnél és vállalatoknál. Szerintük nem lehetett megakadályozni, hogy a kedvező, vagy a rossz előjelek be ne igazolódjanak; azonban könyörgéssel, áldozatokkal és imával enyhíthették, főképen pedig elhalaszthatták a csapást. Ezeket az eszközöket csak a csillagász-papok ismerték, ezáltal igen nagy lett a hatalmuk úgy a nép, mint a fejedelmek fölött. A csillagokban való hit a babonás emberiséget az egész középkoron át bilincsekben tartotta, ezzel elejét vette minden tudományos kutatásnak és megakadályozta a természeti jelenségek egyszerű magyarázatát.

Rövidebb idő mérésére a kaldeusok a vízórát (klepszidra), és a napmutatót (polosz) használták. Az utóbbi függélyes helyzetű bot volt, alatta homorú, félgömbalakú beosztott tábla, amelynek sugara a bot hossza volt. A vízóránál a víz vagy más folyadék igen kis nyíláson folyt le, a lefolyt vízmennyiség adta az idő mértékét. A polosz az észak-dél vonal meghatározására szolgált. Ennek a segítségével határozták meg a téli és nyári nap-állást, a világtengely helyzetét, a napéj-egyenlőség idejét. Mezopotámiában kristálylencsére akadtak, ezek azt bizonyítják, hogy a kaldeus tudósok az optikához is értettek; úgy látszik azonban, hogy más tudományágakkal nem foglalkoztak.

Az egyiptomi monda szerint Thot isten az embereket csillagászatra, jóslásra és bűvészetre, orvosi tudományra, írásra és rajzolásra taní-

totta. A nap és a bolygók útját az állatöv 36 csillagképén át följegyezték, amely följegyzéseket Ra napisten templomának papjai igen régóta gyűjtötték. Ezen csillagászok később más istenek templomait is szolgálták s az «éj őreinek» neveztettek; meg kellett figyelniök az eget és megfigyeléseiket föl kellett jegyezniök. Csillagászati térképeket rajzoltak, amelyek följegyzéseikkel együtt részben mai napig fennmaradtak. Az egyiptomi év is 12 hónapos volt, minden hónap 30 napos. Augusztus elején kezdődött az év, amelynek a végéhez, hogy 365 napos legyen 5 napot külön hozzácsatoltak. A még hiányzó 5 és háromnegyed órát különböző módon pótolták; részben csillagászati megfigyelés segítségével, főleg a «kutya-csillagzat» (Szíriusz) megfigyelésével hozták helyre.

Amint ezekből láthatjuk, az egyiptomi időszámítás bizonyos tekintetben fölülmulta a mienket. Míg az ő hónapjaik mind 30 naposak voltak, a mi naptárjainkban nagy a zűrzavar, a hónapok 28—31 naposak. A február eredetileg 30 napos volt, de levettek belőle egy napot és Juliusz Cézár tiszteletére a július hónaphoz csatolták. Augusztus császár nem akart rosszabbul járni, erre még egy napot levettek a februárból és az augusztus hónaphoz csatolták. Az utókor szemében ezen eljárásnak a szándékolttal ellenkező hatást kellene gyakorolnia.

Az év tartama több mint 365 nap. Azáltal, hogy az egyiptomiak az évet 365 naposnak vették fel, idővel nagy eltérés támadt. Ezen — mint említettük — úgy segítettek,

hogy alkalomadtán eltérést létesítettek a naptárban. Ezt oly módon tették, hogy a Nilus áradása az év elejére essen. Ezen önkényes eljárás egész a Ptolemeuszok idejéig tartott, amikor minden negyedik évben a 366 napos szökőévet hozták be. Ezt a módosítást később Julius Cézár is elfogadta, aki a naptár reformálásánál Szoszigenesz görög-egyiptomi csillagász tanácsára hallgatott.

Idők folyamán azonban a juliánusi naptár is hiányosnak bizonyult, ezért XIII. Gergely pápa 1582-ben elrendelte a naptár javítását. A gregoriánus naptár hibája 3000 év alatt csak egy napot tesz ki.

Az egyiptomi csillagász-papok rendkívüli tekintélynek örvendtek. Nemcsak a csillagászatban voltak jártasak (ebben nem multák fölül a kaldeusokat), hanem az orvosi tudományban és a kémiában is kiváltak. Egyiptomi orvosokhoz fordultak segélyért ázsiai fejedelmek, mint pl. Bakhtan király, később a perzsa királyok is. Homerosz is az egyiptomi orvosokat tartja a legügyesebbeknek. Némely receptjük máig megmaradt. Rendeléseiket és egészségi szabályaikat lefordították később latinra és versekbe foglalták. Ezeket a középkorban a híres szalernói főiskolában tanították; rendeléseik közül némelyik ma is népszerű. Egészen vége úgy látszik, szereik hasonlítottak azon utálatos kotyvalékokhoz, aminőket most is eladnak kínai gyógyszerészek.

Igen nagyrabecsülték jóslási és bűvészeti tudományukat. Azt hitték róluk, hogy titkos mondásaikkal a folyók vizét vissza tudják te-

relni forrásaikhoz, vagy hogy meg tudják állítani, illetve gyorsítani a napot a pályáján. Azt is állították, hogy emberi és állati viaszképeket meg tudnak eleveníteni. Az udvarnál alkalmazták őket, ahol «az ég titkainak mesterei» címet viselték. Rangjuk olyan volt, mint a testőröké, vagy a titkos tanácsosoké («a királyi ház titkainak mesterei»). A királyi palota belsejében az alsóbbrendű udvari alkalmazottakkal ellentétben szandálban járhattak és a fáraónak lábai helyett térdét csókolhatták. Méltóságuk és kiváltságos helyzetük jeléül párdubórt viseltek, amely a későbbi hermelinnek felelt meg.

A következő elbeszélés igazolja mi mindent tételezett föl a nép e tudósokról. Kheopsz azt kérdi az egyik tudóstól: Igaz-e, hogy levágtott fejet meg tudsz erősíteni a törzsön? A tudós igennel válaszolt; erre a fáraó megparancsolta, hozzanak egy foglyot kísérlet céljából. A csillagász azt felelte, hogy kár emberrel kísérletezni, jó lesz e célra állat is. Előhoztak egy libát, levágták a fejét; testét és fejét azután a szoba ellenkező oldalára helyezték. A pap elmondta a bűvös formulát, mire a két rész egymás felé közeledett és egyesült s a liba gágogott. E kísérletet kétszer kellett megismételni, egy-egy pelikánnal, aztán egy bikával. Az udvari csillagász gyakran tanította a hercegeket, sőt a fáraót is a bűvészet tudományára.

Az egyiptomiak behajózták a Földközi- és a Vörös-tengert; ezen utjaikban a csillagok segítségével tájékozódtak, ép úgy, mint Odisz-

szeusz, akiről Homerosz azt mondja, hogy Kalipszó szigetéről Korfuig ilyen módon jutott el. A hajósok valószínűleg a part közelében maradtak. Azonban a vihar kivihetett némely hajót a sík tengerre, tapasztalhatták, hogy a tenger felszíne domború és a gömb felületéhez hasonlít.

Számos tudós, köztük a skót csillagász: Piazzzi Smyth, azt vallja, hogy a nagy Kheopsz piramis terve (Kr. e. 3000 körül) csupán a legkiválóbb egyiptomi tudósok előtt ismert tudomány emléke. Ezen piramis alapja oly négyzet, amelynek oldalai keletről nyugat felé és délről észak felé irányuló egyenesek. Ezen irányítás hibája csupán $\frac{1}{750}$. E gúla csak két kilométernyire fekszik délre a 30. szélességi foktól. Az északi oldal közepén egy hosszú, szűk folyosó bejárata van, amely 30° -nyira hajlik a horizonthoz és azért csaknem párhuzamos a föld forgási tengelyével. A folyosó tehát a sark irányába mutat, annál is inkább, mert a sugártörés következtében a pólus helyzete magasabbnak látszik. Kétségtelen tehát, hogy a gúla tervezői tudós matematikusok voltak.

Piazzzi Smyth azonban túloz. A piramis magassága eredetileg 145 m. volt, az alap kerülete 931 m. Ezen hosszúságok aránya 1:6.42 vagyis körülbelül 2 százalékkal kevesebb, mint 1:6.28, amely arány a kör sugarának kerületéhez való aránya. Smyth azon állítása, hogy a gúla magasságának és kerületének viszonya a kör sugara és kerületének viszonyát jelen-

tené, egyáltalán nincs igazolva. Az egyiptomi tudománynak nagy hátránya volt, hogy nem jutott el a néphez. Ezzel a műveltség magasabb fokra emelkedett volna, és így mi is művelődésünk számára többet vehettünk volna át. A görög műveltség virágzása korában (Kr. e. 400—600 között) Egyiptom a legelső kulturállam volt; görög ifjak, akik a legmagasabb kiképzést óhajtották, mint Talesz, Pitagorasz, Demokritosz és Herodotosz felkeresték a Nilus országát, hogy tudományszomjukat a bölcsesség forrásánál csillapítsák. Végül a Ptolemeuszok idejében az egyiptomi és a görög műveltség összeolvadt, Alexandria a tudomány középpontjává lett.

Miletoszi Taleszről, aki Kr. e. 640—550 között élt, azt mondják, hogy megjósolt egy napfogyatkozást és ezáltal alapította meg tekintélyét. Valószínű, hogy az ilyen csillagászati számításokat Főniciában tanulta, ahova e tudományt Babilonból hozták át, vagy pedig Egyiptomban sajátította el. Talesz azon tana, hogy mindennek alapeleme a víz, szintén egyiptomi felfogásra vall. Anaximandrosz, Kr. e. 611—547 között) talán Tálesz egyik tanítványa, azt tanította, hogy a végtelen kiterjedésű elemek kaotikus vegyületéből végtelen sok világtest keletkezett. Egy másik filozófus, Anaximenesz (Kr. e. 500 körül), aki mint Tálesz is, az ión iskolához tartozott, a levegőt tartotta őselemnek. A föld a levegő megsűrűsödéséből jött szerinte létre; a föld kerek lap alakjában úszott a sűrű levegőn. A nap, a hold

és a csillagok kerek lapok, amelyek a föld körül forognak. Anaximenesz tanaiban az egyiptomi filozófiának semmi nyoma sincs.

Pitagorasznál, aki körülbelül 560–490 közt élt és iskolájánál újra tapasztalhatjuk az egyiptomi befolyást. Pitagorasz Szamosz szigetén született, azonban onnan Krotonba költözött, Dél-Itáliába. Mint az egyiptomi mesterek, Pitagorasz is titokban tartotta tanait; tanítványai azonban már közlékenyebbek voltak. Sajnos, csak másod- vagy harmadkézből ismerjük e tanokat, amelyeknek legnagyobb része állítólag Filolaoszé. Szerinte minden dolgot számok fejeznek ki, amelyek viszonya szigorúan szabályos, mint aminő a zenei hangok között van, e viszonyt harmóniának nevezi. A világegyetem minden irányban egyformán terjed ki, tehát gömböt alkot. A világegyetem közepében van a középponti tűz. Mi azt nem látjuk, mert a földnek a tűztől elfordított oldalán vagyunk, visszfényét azonban megpillanthatjuk a napban. A föld, a hold, a nap és a bolygók (ez utóbbiaknak szerintük légköre van), mind a középponti tűz körül forognak. A föld 24 óra alatt teszi meg útját e tűz körül; ez tehát bizonyos értelemben a tengelyforgásnak felelt meg, mely 24 óráig tart, míg a holdnak egy hónap és a napnak egy év kell, szerintük, a körülforgásra. Ezen három égitest keringési idejét tehát elég jól ismerték. Ha Pitagorasz követői a tüzet a nappal helyettesítették volna, akkor tűrhetően ismerték volna a naprendszert. Az állócsillagok egét üres gömbnek tartották, amely a tűz körül forog. Mivel tudták, hogy

a föld naponta megfordul tengelye körül, a fenti vélemény nemcsak hogy fölösleges, hanem következetlen is.

Pitagorasz tanai mind világosabbá váltak. Alaposabban foglalkoztak a jelenségek természetes okaival. Az efezuszi Herakleitosz azt vallotta, hogy minden változik. (Élt Kr. e. 500 körül.) Empedoklesz szicíliai születésű, (élt Kr. e. 450 körül) arra a modern felfogásra emelkedett, hogy semmiből nem lehetett megteremteni a világot és hogy az anyagot viszont nem is lehet megsemmisíteni. Minden dolog négy elem-ből áll, még pedig a föld-, levegő-, tűz és vízből. A test látszólagos megsemmisülése csak azt jelenti, hogy az alkotó elemek összetétele megváltozott. Anaxagorasz, Periklesz tanítója, aki Kr. e. 500 körül született Kis-Ázsiában, és a pérzsa háború után Athénbe költözött, tanát az egész világegyetemre vonatkoztatja, amelynek örök fennmaradását hirdette. Az eredeti kaosz szerint mind határozottabb alakot öltött; a nap óriási izzó vastömeg volt, a csillagok is izzók voltak a világéterrel való sűrűlódás folytán.

Mivel az athéniek is istenekként tisztelték a csillagokat, amint ezt Plátónál és Arisztotelesznél olvassuk, Anaxagoraszt, Kleantesz nevű tanítványa följelentése folytán istentagadás vádjával börtönbe zárták. Csak a hatalmas Periklesz menthette ki, ennek köszönhette, hogy elkerülte Szokratesz sorsát. Erre igen okosan önként száműzetésbe ment Lampszakovába, ahol köztisztelet vette körül; 72 éves korában halt meg.

Furcsa fogalmat alkothatunk magunknak a sokat dicsért athéni műveltségről, amikor azt olvassuk, hogy legkiválóbb fiaik egymásután száműzetésbe mentek, hogy elkerüljék a kegyetlen büntetést (gyakran a halálbüntetést) filozófiai meggyőződésükért. Szokratesznek miután nem akart megszökni, ki kellett ürítenie a mérgegpoharat. Plátó 12 évig élt külföldön, mert nem akart tanítója sorsában osztozni, közben Alsó-Itáliában megismerkedett Pitagorasz tanáival. Arisztoteleszt, Plátó tanítványát egy Demeter-pap istenkáromlással vádolta, az areopag halálra ítélte; azonban sikerült Euboea szigetére, Kalkiszba menekülnie, ahol 63 éves korában (Kr. e. 322-ben) meghalt. Diagorasz, aki szintén tagadta a görög isteneket, halálra ítélték; száműzetésben halt meg. Protagorasz száműzték, könyveit nyilvánosan elégették és Prodikoszt, aki azt állította, hogy az istenek csak a természeti erők megszemélyesítői, kivégezték. Ez mind Athénben történt, amit mi oly gyakran a szabadság hónapjának tartunk. A rabszolgaság igen elterjedt az athénieknél. Igen sajnálatos, hogy a legtöbb ránkmaradt írást rabszolgák másolták le, akik igen keveset értettek abból, amit följegyeztek. Valószínű, hogy a filozófusok célzatosan rejtőztek homályos szavak mögé, hogy kikerüljék a vakbuzgó nép üldözését.

Empedoklesz és Anaxagorasz után Demokritosz következett, aki a modern természettudomány atomisztikus elméletének megalapítója. Abderában született, Trákiában Kr. e. 460 vagy 470 körül, igen magas kort ért el; szü-

lővárosában halt meg. Nagy vagyont örökölt és ez lehetővé tette, hogy sokat utazzék. Ő maga mondja, hogy egy kortársa sem látott annyit, mint ő, nem élt annyiféle éghajlat alatt, se nem hallgatott annyi filozófust. Még az egyiptomi matematikusok sem multák felül geometriai szerkesztés- és levezetésben, akik között öt évet töltött. Ő volt a klasszikus kor legnagyobb gondolkodója; azonban csak kevés irata maradt meg. Szerinte az atomok állandóan mozognak, örökkétartók és elpusztíthatlanok; minden test atomokból áll, illetve azok kombinációjából és minden a változatlan természeti törvények szerint történik. Demokritosz szerint a nap óriási nagy és a tejút a naphoz hasonló csillagokból áll. Végtelen sok világ van; lassú változásnak van mind alávetve, keletkeznek és elpusztulnak a világok.

Amit ezekről a filozófusokról tudunk, azt naggyobbrészt athéni és más filozófusok közvetítésével tudjuk, akik mint Arisztotelesz is (Kr. e. 385—322 között) megtámadták ezeket a tanokat. Szokratesz azt mondja, hogy a csillagászat érthetetlen, oktalanság azzal foglalkozni. Plátó (Kr. e. 428—347 között) azt kívánta, hogy Demokritosz 72 könyvét égessék el. Plátó a természettudományt teleológiai szempontból tárgyalta, ami nézetünk szerint egészen helytelen.

A filozófia abban a korban érthetetlen metafizikává lett. Arisztotelesz, akinek leginkább köszönhetjük az antik tudomány ismeretét, azt mondja, hogy az ég alakja gömbalakú; a csillagok pályái körök, mert «az ég isteni alak és

kell, hogy isteni tulajdonságai legyenek. A bolygók saját maguktól nem mozoghatnak, mert nincsenek mozgási szerveik.» Hitt a föld gömbalakjában (főleg mert fogyatkozásoknál látták, hogy az árnyék gömbölyű); a földet tartotta a világegyetem központjának, de tagadta azt, hogy a föld mozog. Szerinte a föld a legrégibb isteni lény az ég alatt. Arisztotelesz a legmélyebb és a legsokoldalúbb tudós volt. Igen sajnálatos, hogy nem közeledett elfogulatlanul Demokritosz természetfilozófiájához. Ezen időben az athéniekre nagy befolyást gyakorolt a szofista iskola. A szofisták mindent bebizonyítottak anélkül, hogy azt előbb tanulmányozták volna. Az ily munkák voltak azok, amelyek az egész középkoron át uralkodtak. Arisztoteleszt a középkoron át csalhatatlannak tartották. Az ő bizonyítási módszere a természetfilozófiában rányomta bélyegét a középkor gondolkodására, emlékezzünk csak vissza a skolasztikusok különös okoskodásaira, amelyek befolyása csak néhány század előtt is óriási volt.

Egészségesebben fejlődött ki a természettudomány Szirakuzában és Alexandriában. A szirakuzai Hiketasz, Cicero elbeszélése szerint, azt tartotta, hogy az ég áll, míg a föld tengelye körül forog. Többet nem tudunk róla, annál többet azonban Archimedeszről (Kr. e. 287—212 között), aki kiváló feltaláló volt és mérnök; fölfedezte a mechanikában az egyensúly elméletét. Azt tanította, hogy az egyensúlyban lévő folyadék gömbalakot vesz fel és ép úgy van súlypontja, mint a földnek. Ezen oknál fogva nem sík a tenger felszíne.

Az alexandriai természettudósok végül a föld alakjának és világegyetemi helyzetének helyes megismerésére jutottak. Knidoszi Eudoxiusz (Kr. e. 409—356 közt), aki Athénben iskolát alapított, tanított Egyiptomban is. Következetes rendszert alkotott a bolygók mozgásáról. Eratoszthenesz (Kr. e. 275—194 között) megfigyelte Alexandriában a nap téli és nyári délmagasságát. Ebből kiszámította a két térítő távolságát, amely szerinte a föld kerületének $\frac{11}{83}$ része (ez az érték körülbelül egy százalékkal nagyobb a ténylegesnél). Alexandria és Sziene napmagasságaiból kiszámította a két hely földrajzi szélességének különbségét és azt a föld kerülete $\frac{1}{50}$ részének tartotta. (Ez az érték körülbelül 15 százalékkal kisebb a valódinál). A két hely távolságát azon idő szerint becsülte, amennyire egy tevekaravánnak szüksége volt, hogy ezen utat megtegye; ebből kiszámította, hogy a föld kerülete 250,000 sztadion (42,000 km), ami meglehetősen helyes. (Arisztotelesz 400,000 sztadionra becsülte, Archimedesz 300,000-re; hogy minő oknál fogva, azt nem tudjuk). Pozeidoniusz (sz. Szíriában 135-ben, meghalt Rómában 51-ben Kr. e.) megmérte a Kanopusz-csillag legnagyobb magasságát Alexandria fölött, ez 7.5° volt, míg Rodosznál csak a látókörig ért, mikor legmagasabban állott. Rodosz és Alexandria távolsága 5000 és 3750 sztadion között volt; ezen adatokból a föld kerületének értékét 240,000 és 180,000 sztadion közt fekvőnek gondolta (40,000-től 30,000 kilométerig).

Arisztarchosz (született Kr. e. 270 körül meg-

határozta a nap és a hold nagyságát a fogyatkozásokból és a félig megvilágított hold megfigyeléséből. Számításai szerint a hold átmérője 0·33 része a föld átmérőjének (a pontos adat 0·27, tehát nem volt attól távol), a napé pedig szerinte 19·1 (a helyes 108) földi átmérő (itt tehát Arisztarchosz becslése túlalacsony volt).

Archimedesz, aki közeli érintkezésben állott az alexandriai iskolával, azt mondja Arisztarchoszról: «Ő azt hiszi, hogy az állócsillagok és a nap egy helyen állanak, míg a föld közben mozog a nap körül, amely a földpálya közepén áll.» Egy iratban, amelyet tévesen Plutarchosz művének tartottak, azt olvassuk, hogy a görögöknek Arisztarchoszt istenkáromlással kellene vádolniok, mert azt tanította, hogy az ég mozdulatlan, míg a föld tengelye körül forog, egyúttal pedig a nap körül az állatövön keresztül. Az állócsillagok óriási távolságra vannak a naptól. E könyv szerint a hold távolsága 780,000 sztadion (130,000 km), vagy 20 földsugár, tehát egész téves; a nap távolsága ellenben, sajátságos, meglehetősen helyes, 804 millió sztadion, vagyis 134.666,000 km, 149.500,000 km helyett. Alexandriai Hiparchosz (Kr. e. 190—125 között), a legkiválóbb ókori csillagász majdnem helyesen adja meg a holdtávolságot, amely szerinte 59 földsugárral egyenlő.* A naptávolságot túlságosan nagyrabecsülte, t. i. 1200 földsugárra. Pozeidoniosz a nap átmérőjét a vízóra segítségével

* Pontosabban 60·27 földsugár.

mérte meg és azt találta, hogy az 28 perc; ebből kiszámította, hogy a nap átmérője 70 föld-átmérő, ami közelítőleg helyes. Az árapály okául a holdat vette föl.

Az alexandriai görögök csillagászati tudása igazán csodálatot kelt bennünk. Fizikai és kémiai ismereteik azonban ehhez képest jóval alacsonyabb fokon állottak. Arisztarchosz tanaival 2000 évvel előzte meg Kopernikusz elméletét; kortársai azonban nem ismerték fel eszméinek igazságát. Ptolemeusz is elsőrendű tekintély volt a csillagászat terén; kiváló optikus is volt. «Almagest»-jében (amelyet Kr. u. 130 körül írt) a naprendszer középpontjául a földet vette fel, a nap és a hold úgynevezett epiciklikus pályákon mozognak körülötte.

Azután a római uralom következett, amely káros hatással volt a tudományra. A rómaiaknak nem volt igazi tudományos érzékük. Csak a hasznót keresték belőle. «Vallásuk», mondja F. A. Lange «A materializmus története» című munkájában, «mélyen a babonában gyökerezett, egész államéletüket babonás szabályok korlátozták». Az öröklött szokásokat makacsul megtartották. Művészet és tudomány kevésbé érdekelte őket, a természet annál kevésbbé. Az élet gyakorlati érdekei mindenek fölött állottak. Nagyon különböztek a görögöktől és az irántuk táplált ellenszenvük a görögökkel való érintkezés kezdetétől fogva évszázadokon át megmaradt. A legyőzött Görögország irodalmi és műemlékeit azonban Rómába vitték, ezekkel a legyőzött nemzet számos művelt tagja is odaköltözött. A rómaiak finomabb része meg-

hódolt a magasabb műveltség előtt, a régi görög mestereket utánozni igyekeztek. Így támadt Lukréciusz (Kr. e. 99—55 között) csodálatos költeménye «De natura rerum», amiben dicsőíti az epikureus életbölcseletet, továbbá Empedoklesz és Demokritosz természet- és világfelfogását. Lukréciusz munkájában a mágnes tulajdonságait is tárgyalja; ezt valószínűleg Demokritosztól vette át. A görög filozófia hívei között, akik főleg Demokritoszt tanulták és számunkra sok görög természetbölcseleti töredéket megőriztek, volt Cicero is (Kr. e. 106—43 között), aki Pozeidoniusz tanítványa. Közéjük tartozott az idősb Pliniusz (Kr. u. 23—79 közt) és Szeneka is (Kr. u. 12—66 között).

A rómaiak azonban csak utánozták mestereiket; eredetit e téren nem hoztak létre. Természettudományi műveltségük csak máz volt. A nemzet vezérférfiai a legnagyobb barbárságot követték el a kultúra ellen. Cézár például, miután bevette Alexandriát, elégette könyvtárát. Utódai, a császárok mind mélyebbre sülyedtek az élvhajzásban. A természettudósok lassan kihaltak. A kereszténység még kevésbé becsülte a természettudományt. Cézár halála után 300 évvel a keresztények Teofil püspökkel élükön elpusztították az ujonnan berendezett alexandriai könyvtárt és újabb 300 év után Omár kalifa égette el a még megmaradt könyveket. Igaz ugyan, hogy az arab nép a műveltség magas fokát érte el, foglalkoztak természettudománnyal is. Gyűjtötték később a még meglévő alexandriai iratokat, jobban

mondva azok törmelékeit; azonban a türelmetlen papságtól vezetett nép hangulata nem kedvezett a tudománynak; a Korán szerintük csalahatatlan volt. Különben a mohamedán vallás nem ellensége a tudománynak. Elbeszéli, hogy a próféta azt mondta egy ízben tanítványainak: «Az utolsó ítélet akkor fog bekövetkezni, ha a tudomány teljesen megsemmisül.» Harun al Rasid a görög uralkodóktól filozófiai műveket kért ajándékol. Kivánságát szívesen teljesítették; a böles kalifa lefordíttatta e műveket és tanulmányoztatta. Nem kevesebbet, mint 300 tudóst küldött tanulmányútra. Fia, Abdalla al Mamun klasszikus kéziratokat gyűjtött, könyvtárakat alapított és iskolákat állított a nép nevelésére. Fokmérést is eszközöltetett az Arab-öbölnél a Zingár sivatagban 827-ben; az eredmény az volt, hogy 56.7 arab mértföld egy fok. Sajnálatos, hogy nem tudjuk, mennyi volt egy arab mértföld, amelyet 4000 ismeretlen hosszúságú rőfre osztottak. Valószínű azonban, hogy ez a fokmérés fölötte állott a fentebb említetteknek. Abdalla al Mamun meghatározta a földpálya hajlását is az egyenlítőhöz, az eredmény $28^{\circ} 35'$ volt.*

Azon idő legkiválóbb csillagásza Albatani (850—929 között) volt, Szíria helytartója. Az év hossza szerinte 365 nap, 5 óra, 46 perc és 22 másodperc (ténylegesen 365 nap, 5 óra, 48' és 48"). Kitűnő táblázatokat készített a bolygók pályájáról. Fél évszázaddal később élt Abd al Roman al Szufi (903—986 között) Perzsiá-

* Jelenleg $23^{\circ} 27' 26''$.

ban, aki 1022 csillagot katalogizált, följegyzését sokkal többre becsülik, mint Ptolemeuszét, sőt a régi időből származók közül a legjobbnak tartják. A precessziót 1 fokra becsüli 66 év alatt (tényleg pedig csak 71 és fél év alatt annyi).

Dsazar al Szofi (702—756 között) Mezopotámiában már ezelőtt igen magas fokra emelte a kémiát. Tanulmányait Szevillában végezte, ahol tanár is lett az ottani főiskolán.

Körülbelül 100 évvel Al Mamun halála után a bagdadi kalifák hatalma letűnt és a spanyol Kordova lett az arab műveltség gócpontja. II. Hakem (961 körül) állítólag 600,000 kötetes könyvtárat gyűjtött össze, amely szám azonban túlzás lehet. Ebben az időben élt Ibn Junisz, a kiváló csillagász is, aki az időt ingamozgás segítségével mérte, 600 évvel előzve meg ebben Galileit; kiváló csillagászati táblázatokat készített. Kortársa Alhacen nagy munkát írt az optikáról; azt mondják, hogy e tudományban messze fölülmúlta elődeit.

Kordovát 1236-ban visszahódították a spanyolok, a könyvtár és a főiskola pedig ezután hanyatlásnak indult. A művelődés e központja, ahol keresztények is tanultak, megsemmisült.

Ha a legrégebb műveltség forrásait keressük, Khína felé fordulunk. Azonban ez ország nagy gondolkodói nem foglalkoztak világmagyarázattal. Konfuciusz, aki Kr. e. 551—478 között élt, saját maga állítja, hogy csak a régiek bölcsességét gyűjtötte össze. Csak erkölcsani dolgokkal foglalkozik, és kerüli az olyan kérdéseket, amelyek nem gyakorlatiak, aminő pél-

dául a világkeletkezés problémája. Valamivel többet találunk Laotsze (sz. Kr. e. 604-ben) filozófusnál, aki a tao-vallást alapította.

Nehéz megmondani, hogy mi volt a tao tulajdonképen. Szuzuki, aki legújabban áttekintést írt a régi kínai filozófiáról, azt mondja, hogy a tao nemcsak az alakot adó principium a mindenségben, hanem az őanyag is; bizonyos kaotikus összetételű anyag, amely ég és föld előtt is létezett. E meghatározás Laotsze «Tao a király» című művének 25. fejezetéből van véve. Tao azt is jelenti, hogy «út», de azt is, hogy «vándor». Tao a végtelen út, amelyen minden élő és élettelen vándorol. Ő maga semmi másból nem keletkezett, örökké létező, minden és mégis semmi, minden dolog oka és eredete, így tehát a földé és az égé is. Laotsze mondja: «Milyen mély és titokzatos a Tao, mindennek az eredete, minő csendes és világos és örökkévaló. Nem tudom, kinek a fia; úgy látszik, hogy Isten előtt létezett. Ég és föld elpusztíthatatlanok, mert nem saját magukból erednek és nem saját magukért léteznek.» Taot néha a titkok titkának nevezik. Az ég és föld elpusztíthatatlanságának oka sajátságos; abból, hogy nem önmagukból keletkeztek, inkább arra lehetne következtetni, hogy elpusztíthatók.

Liehce, aki taoista, a Kr. előtti ötödik században azt írja: «Kezdetben kaosz volt, rendezetlen tömeg. Ez oly keverék volt, amelynek megvolt az a sajátsága, hogy formává, szellemmé és anyaggá fejlődhessék.» Ugyanaz a filozófus a következő elbeszélést mondja el: «Egy Chi-országbeli ember annyira búsult an-

nak a lehetőségén, hogy ég és föld széteshet-nek, ő maga pedig ezáltal elpusztulhat, hogy sem aludni, sem enni nem tudott. Egy barátja fölkereste és a következő szavakkal vigasztalta: «Ég és föld semmi más, mint összesűrített lég; a nap, a hold és a csillagok csak világító tömegek ebben a légben. Még ha a földre esnének is, akkor sem okozhatnának kárt.» Ezzel mind a ketten meg voltak elégedve. E felfogás ellen egy Chang-Tuce nevű ember tiltakozott; azt mondta, hogy az ég és föld egykor darabokra fognak törni. Midőn ezt Lieh-cének elmondták, nevetve mondta: Egyformán téves az az állítás, hogy ég és föld egykor összeomlik, valamint az ellenkező állítás is; mi nem vagyunk képesek e kérdésben döntenii.» Amint Szuzuki mondja: «A kínaiak nem spekulatív szelleműek, mint a görögök vagy a hinduk. Sohasem tévesztették szem elől a dolgok gyakorlati értékét és az etikai szempontot. Kinevetnék a csillagászokat, akiknek lábai nagyon is a földön állanak.» Egészen véve a létről alkotott felfogásuk hasonlít a rómaiakéhoz. Konfuciuszban e jellemvonások kikristályosodtak.

Elhagyhatjuk e filozófiai ködképeket. Ezek csak azt bizonyítják, hogy nem oldhatjuk meg a kozmikus problémákat elvont spekulációval.

A kínai templomoknak is voltak csillagászaik. Ezek megfigyelték a csillagokat és megjövendölték a fogyatkozásokat. Magasabb csillagászzal nem foglalkoztak, valószínű, hogy nem vitték többre, mint a régi kaldeusok.

A mostani kínaiak, továbbá a mohamedán

fajok bizonyos közönnyel fogadnak mindent, ami saját maguknak, vagy a köznek közvetlenül nem használ; ez nem kedvez a tudományos haladásnak. Jellemző e szempontból az a válasz, amit a török Imaum Ali Zadé egy nyugati csillagásznak adott. Proktor szerint e válasz a következő: «Ne törődj oly dolgokkal, amelyek nem tartoznak rád. Hozzánk jöttél, szívesen fogadtunk, most eredj békében. Sokat mondtál valóban és semmi baj sincs, mert más az, aki beszél és más, aki hallgatja. Néped szokása szerint helyről-helyre vándoroltál, míg végül sehol sem lehetsz boldog. Figyeld rám fiam! Semmiféle bölcsesség sem hasonlítható az istenbe vetett hithez. Ő teremtetten a világot. Merjük-e magunkat hozzá hasonlítani és beavatkozni teremtése titkaiba? Mondhatjuk-e azt, hogy: nézd e csillagot, hogyan forog egy másik csillag körül és a másik csillag ennyi és ennyi év múlva visszatér? Hagyj fel vele! Ő, akinek kezéből jött a csillag, vezetni és irányítani is fogja. Hálát adok istennek, hogy nem törekszem olyan dolgokra, amire nincsen szükségem. Bölcs vagy oly dolgokban, amikkel nem terhelem fejemet.»

Ez sajátágosan jellemző keleti alapelv. Nekünk nyugatiaknak szerencsére egész más a véleményünk. A középkori arabok tudományos szellemének köszönhetjük, hogy sok régi tudományos kincs megmaradt számunkra; Ibn al Haitam, más néven Alhacen a legnagyobb arab fizikus (Kr. u. 1000 körül) igen jól fejezi ezt ki a következőkben: «Kora ifjúságomtól kezdve tanulmányoztam az emberek véle-

ményét az igazságról. Minden szekta ragaszkodik a véleményéhez, amelyet mások elítélnek. Mindegyikben kételkedem, mert csak egy igazság van. Kerestem az igazság forrásait, csak egy dologra törekedtem: vágytam, hogy megtaláljam a dolgok lényegét. Azt tapasztaltam, amit Galenusz írt le orvostudományi műve 7. könyvében. Letekintettem a műveletlen népre és megvettem azt; nem törődtem véleményével, hanem szünetlenül az igazságra és a tudásra törekedtem és az a meggyőződés érlelődött meg bennem, hogy ember számára nincs jobb osztályrész e világon.» Ha a tömeg szerencsétlen megvetésétől eltekintünk, amely jellemző az akkori időre, érezzük, hogy az arab és a modern tudós e törekvésében teljesen meg egyezik. De Ali Zadé és Alhacen felfogása különbségéből megérthetjük, hogy a mohamedán műveltség, mely Alhacen korában oly nagyszerűen fejlődött, mért nem képes ma már életerős hajtásokat létrehozni.

V.

AZ ÚJKOR KEZDETE: A LAKOTT
VILÁGOK SOKASÁGÁNAK TANA.

A rómaiak kevésbé érdeklődtek a tudomány iránt, különösen pedig a tisztán elméleti kérdések nem érdekelték őket. Megelégedtek görög kéziratok tanulmányozásával és magyarázásával. A római nép gyors hanyatlása a császárság alatt ezt a már csekély érdeklődést is majnem teljesen kioltotta. Nem kell tehát csodálni, hogy a római birodalom bukása után csak kevés tudományos érdeklődés származott át a hódító germánokra. Megjegyezzük azonban, hogy I. Teodorik király (475—526 között) igen nagyrabecsülte a tudományt és Boétiusszal, a filozófussal baráti érintkezésben állott. Nagy Károly is amennyire csak tehette, igyekezett előmozdítani az irodalmi tevékenységet. Az ő idejében élt a híres fuldai kolostorban Rhabanusz Maurusz, tudós szerzetes. Egy enciklopédia-féle művet írt, amely fogalmat nyújt az akkori nyugateurópai műveltség mértékéről. Eszerint minden test atómkból áll. A föld a világ középpontjában nyugszik, mint korong, amelyet a tenger hullámai mosnak.

Ezen középpont körül forog az ég.

A középkor kevés tudósa közül Roger Bákon (1212—1294 között) ferencrendi szerzetes

említendő, aki korát messze fölülmulta. Kiváló optikai ismeretei voltak és előre látta a távcső szerkezetét. Szokatlan módon ment volt az előítéletektől és korát messze megelőzte a német Kuzanusz is, született 1401-ben Kueszben, Trier mellett, meghalt 1464-ben Todi-ban, Olaszországban, mint biboros. Azt tanította, hogy a föld majdnem gömbalakú, saját tengelye körül forgó csillag, kölesönzött a fénye, nagyobb a holdnál, de kisebb mint a nap és mozog a térben. Más csillagok is lakottak. A testek el nem pusztíthatók, csak formájuk változik.

Hasonló felfogása volt a lángeszű Leonardo da Vincinek (1452—1519 között). Szerinte a föld a holdról tekintve körülbelül olyannak látszik, mint a hold a földről nézve. A föld sem a nappálya, sem a világegyetem középpontjában nem áll és saját tengelye körül forog. Azt vallotta Kuzanuszszal megegyezően, hogy a föld anyaga olyanféle, mint a többi bolygóé, nem pedig durvább, amint azt Arisztotelesz és később Ticho de Brahe tanította. Leonardo da Vincinek tiszta fogalma volt a nehézségi erőről. Ha a föld — mondotta — több darabra törne, ezen darabok a közös középponthez hullának vissza és a körül ide-oda lengenek, míg több összeütközés után ismét egyensúlyi állapotba jutnának. Legfontosabb magyarázatai közé tartozik az égés elmélete, amelynek értelmében az égés folyamata levegőt fogyaszt; az állatok nem élhetnek oly levegőben, amely nem táplálja az égést. Ki-

váló mérnök volt, különösen kitűnt a vízépítéseterén. Az általa épített csatornák most is megvannak és ma is csodáljuk azokat.

Bámulatos elméleti kutatásokat köszönhetünk neki a hidrosztatikában és az aerodinamikában, a távlatban, továbbá a rezgés- és színelméletben. Közismert mint minden idők egyik legnagyobb szobrása és festője, azonkívül kivált mint erőd-építész és mint a szépirodalom művelője is.

Ezen hatalmas egyéniség teljesen más típus volt, mint a középkori szerzetes. Új idők állottak be. Leonardo születése idején föltálták a könyvnyomtatást. Kolumbusz felfedezte Amerikát. A reneszánsz kitörő erővel lépett föl. A vallási reformáció ellen még nem tört ki a gondolatszabadságot akadályozó reakció. Kuzanusz és da Vinci szabadon és függetlenül fejthették ki véleményüket, amelyek az Arisztotelesz-Kopernikusz-féle tanokkal meggyeztek, kivéve, hogy nem vették föl a föld napkörüli forgását. Az egyik bíboros lett, a másik pedig a leghatalmasabb fejedelmek kegyének örvendett. Leonardo a franciaországi Amboise-ban halt meg, ahova a műpártoló I. Ferenc hívta meg. A pompakedvelő pápák vetekedtek a milánói, ferrarai, mántuai, nápolyi és mindenek felett a flórenci fejedelmekkel a művészet és a tudomány pártolásában. V. Szixtus felépítette és berendezte a fényes vatikáni könyvtárt. A kor megérett a haladásra, amit a kezdődő reakció, élén a borzasztó inkvizícióval, hasztalan igyekezett megakadá-

lyozni. Alexandriai Ptolemeusz nagy szintaxisának tanulmányozásából, amely magába foglalta az akkori (Kr. u. II. század) csillagászati ismereteket, valamint saját megfigyeléseiből vezette le a német származású, thorni születésű Kopernikusz, frauenburgi kanonok (1473—1543) a rendszerét. Értekezése, amelyben kifejti hipotézisét, csak halála évében jelent meg. Ezáltal kerülhette el buzgó hívének, a dominikánus Giordano Brunónak mártir sorsát. Giordano Bruno Nolában (Olaszország) született, dominikánus szerzetes volt, akit meggyőződése miatt kiutasítottak az országból; beutazta Európa főbb országait; Kopernikusz tanait védte, egyúttal azon véleményét hirdette, hogy az állócsillagok mind megannyi napok, amelyek a földhöz hasonló lakott bolygókkal vannak körülvéve. Hevesen támadta a tudományos haladást gátló asztrológiai babonát, amely szerint nemcsak a nap, hanem a csillagok is nagy befolyást gyakorolnak a természetre és az emberekre. Bruno véleménye szerint az égitestek a végtelen, folyós és átlátszó éterterekben lebegnek. Ezen tanai miatt, valamint mert azt állította, hogy Mózes a csodáit természetesen módon hozta létre, Velencében elfogták és máglyára ítélték. Az ítéletet 1600-ban február 17-én hajtották végre Rómában, mikor Bruno 52 éves volt. Ugyanazon szellem uralkodott ez időben, mint amely valamikor Athénben követelte áldozatait; csak hogy a nép még kegyetlenebb és még inkább barbár volt. Bruno főtörekvése az volt, hogy Arisztotelesz filozó-

fiájának a tudományos eszmékre gyakorolt káros hatását megtörje.

Mondhatjuk, hogy az inkvizíció aranykora, ezen utolsó diadallal, vége felé közeledett; mert Kepler és különösen Galilei felfedezései messze előbbre vitték ismereteinket.

Kopernikusz rendszerét gyakran úgy magyarázták, mintha az a régiek tanaitól teljesen független volna. Mily kevésbé helyes ez, azt saját szavaiból tudhatjuk meg: «Miután a szférák körmozgására vonatkozó matematikai számítások bizonytalanságán elmélkedtem, elkedvetlenedtem, hogy azon filozófusoknak, akik ezen mozgások legjelentéktelenebb körülményeit is gondosan tanulmányozták, nem volt szilárd alapjuk az egyetemes gépezet mozgásainak megértésére, amelyet a mi javunkra a mesterek legtörvénytudóbbja és legjobbja épített.» «Ez okból újra elolvastam mindazon filozófusok munkáit, amelyeket megszerezhettem, hogy megtudjam, nem-e adott valamelyik kifejezést azon eszmének, hogy az égi testeknek más mozgásaik is lehetnek, mint amiket tudományos iskolákban tanítottak. Ciceroiban találtam először, hogy Hiketasz határozottan állította, hogy a föld mozog. Azután Plutarchosban láttam, hogy másoknak is volt ily véleményük. Idézem szavait, hogy megismertessem: «Mások ellenben azt hiszik, hogy a föld mozog. Így Filolaosz a pitagoreista azt hiszi, hogy a föld a tűz körül ferdén álló körben mozog, mint a nap és a hold. A pontuszi Heraklid és a pitagoreus Ekfantusz nem hittek a föld haladó mozgásában, hanem szerintük a föld ke-

let és nyugat között, kerékhez hasonlóan, középpontja körül forog.» Ezekután gondolkozni kezdtem a föld mozgásán és bár tapasztalatlanknak ellentmondónak látszott, állhatatosan megmaradtam amellett, mivel tudtam, hogy már előttem mások is a csillagok jelenségeinek magyarázatára tetszőleges körmozgásokat tételtek föl.» Miként Arisztarchosz, Kopernikusz is igen kicsinek tartotta a föld pályáját az állócsillagok pályájához képest.

Kopernikusz halála után néhány évvel született Tycho Brahe Schonenben 1546-ban. Egy teljes napfogyatkozás megfigyelése megkettőzte a kora ifjúságában mutatkozó buzgalmát a csillagászati tanulmányok iránt. Igen sok pontos mérést eszközölt, főleg az uranienburgi obszervatóriumban Hven szigetén, Dániában, amely megfigyelések később alapul szolgáltak a vele együttműködő Keplernek a művéhez és amelyek arra indították Besselt, hogy Tycho Bráhet «a csillagászok királyának» nevezze. Tycho a földet megint bolygórendszerünk középpontjába helyezte. Szerinte a föld körül kering a nap és a hold és az összes bolygók. Az állócsillagok gömbformájú felületre vannak erősítve, amely lassan fordul meg tengelye körül. Mennyire hatottak rá korának előítéletei, azt megismerhetjük azon tényből, hogy mikor párbajban levágták orra hegyét, azt mondta, hogy a csillagok megjósolták ezt születése órájában. Gondolkozásmódjára jellemző azon felfogása, hogy a föld anyaga durvább mint a napé és a bolygóké, ezért van a föld a bolygórendszer középpontjában. Hogy Kopernikusz rendszerét

Tychoé fölött előnyben kell részesíteni, «mert sokkal egyszerűbb és világosabb», ezt erősen hangsúlyozta Descartes. Tycho példája mutatja, hogy még a legerősebb szorgalom és a legnagyobb megfigyelési képesség is aránylag csak kis eredményt érhet el, ha nem jár ezekkel együtt tiszta és előítélet nélküli belátás az elméleti kérdésekben. Tycho 1601-ben halt meg Prágában.

Kepler (1571—1630 között) számára tartott fenn, hogy Tycho megfigyeléseiből levonja a következményeket. Bebizonyította, hogy a bolygók ellipsziszben keringenek a nap körül, és meghatározta a naptól való távolságuk és gyorsaságuk összefüggésének törvényeit. Jellemző Keplerre, hogy végül vonakodott a mindenható Wallensteinnak asztrológiai számításokat eszközölni, pedig horoszkópját eredetileg ő állította fel. Azonban saját magának és gyermekeinek sorsát megkísérelte a születésük óráira eső konstellációkból kiolvasni. Kepler protestáns családból származott és vallásáért szenvednie is kellett.

Kepler érdeme csillagászati ismereteink első, fontos haladása Arisztarchosz óta. Ezen haladást megerősítették a nagy Galilei (1564—1642 közt) felfedezései. Galilei, aki levelezett Keplerrel, egyik 1597-ben kelt levelében azt mondja, hogy már rég híve Kopernikusz rendszerének. Hallotta 1604-ben, hogy Hollandiában föltalálták a távcsövet. Galilei maga is készített egy távcsövet, amivel kora hatalmasai részéről nagy elismerésre talált. Tanulmányozta az eget és sok csillagot fedezett fel, amelyek

szabad szemmel nem voltak láthatók. Távcsovén a bolygók világító korongoknak látszóttak. 1610-ben tanulmányozta a Jupitert és felfedezte a négy holdját, amelyek közül a közelebbiek gyorsabban keringnek a Jupiter körül, mint a távolabbiak, épúgy mint a hogyan ez a nap bolygóinál tapasztalható. A holdak mozgásai — amely holdakat a toszkániai uralkodó fejedelmi család tiszteletére Medici-csillagoknak nevezett el — Galilei szerint Kopernikusz felfogásának támaszául szolgálhatnak. Megfigyelte továbbá, hogy a Szaturnusz alakja változik, amely változást gyűrűinek különböző helyzete okozza és hogy a Vénusz, továbbá a Merkúr épúgy növekszik, mint a hold. A napfoltokat is fölfedezte (1611-ben) és ezeknek mozgásaiból arra következtetett, hogy a nap is tengelyforgást végez. Ezen felfedezések éles ellentétben állottak az egyházi iskolákban előadott arisztoteleszi tanokkal. Galilei azért azt tartotta a legtanácsosabbnak, hogy Rómába utazzon, hogy ott személyesen győzze le ellenfeleit. És mivel ezek nem tudták tudományuk segítségével legyőzni, azt állították, hogy tanai ellentmondanak a szentírásnak.

Galilei akkor lépett föl először nyilvánosan 1613-ban a napfoltokról írt művével mint Kopernikusz híve. A tekintélyes egyházi férfiak eleinte nem léptek fel ellene, de 1614-ben a «szent kongregáció» abban állapodott meg, hogy Kopernikusznak a föld kettős mozgásáról szóló tana ellentmond a bibliának. Bár megengedték, hogy Kopernikusz tanát, mint hipotézist

említsék tudományos következtetéseknél, de tilos volt azt igazsággként hirdetni.

Ilyesmi a mai korban érthetetlen lenne; de akkor teljesen normális volt. Egyszerűen azt állították, hogy nem hiszik azt, amit hirdetnek. Azonban mégis mindenki tudta, hogy azt hiszik is. Igen jellemző, hogy harminc évvel később (1644) hogyan nyilatkozik Descartes. (1596—1650 közt): «Kétségtelen, hogy a világ kezdetben teljes egészében teremtetett, úgy hogy a nap, a föld, a hold és a csillagok ezen időben keletkeztek és a földön nemcsak növényi magvak voltak, hanem növények is; továbbá Ádám és Éva nem mint kis gyermekek születtek, hanem felnőtt emberekként alkotta őket a teremő. Ezt tanítja a keresztény vallás és természetes ésszel könnyen meggyőződhetünk róla. Mindazonáltal célszerűbb, ha a növények és az emberek természetét meg akarjuk ismerni, azon gondolkozni, hogy hogyan fejlődtek ki fokozatosan a magból, mint azon elmélkedni, hogy mint támadtak a teremő keze által. Ha kitudnánk találni valamely igen egyszerű és könnyen érthető principiumot, amelynek segítségével be tudnók bizonyítani, hogy a csillagok, a föld és minden, amit a mindenségben észreveszünk, magvakból keletkezett, sokkal jobban értenők meg azokat, mintha csak úgy írják le, aminők, ámbár valóban tudjuk, hogy a fent jelzett módon keletkeztek. Mivel azt hiszem, hogy rájöttem ilyen principiumokra, ezeket akarom itt röviden kifejteni.»

Ily furesa módokat kellett megkísérelni, hogy az inkvizíció számtalan szírtjét elkerüljék, amely sohasem fáradt ki az újabb fel-fogás és az ortodox bibliai dogmák közti ellentétek kiszímatolásában. Galilei hét éven át hallgatott. Később Grassi jezsuita páterrel vitába keveredett, aki az üstökösöket égi testeknek tekintette, míg Galilei tévesen azt a régi nézetet vallotta, hogy az üstökösök földi eredetűek. A jezsuitáknak végül sikerült Galileit vád alá helyeztetni. 1633-ban Rómába kellett utaznia, hogy az inkvizíció előtt védje magát, bár aggkor és betegség nehezedett reá. Minden lehető eszközzel igyekezett elkerülni a vitát, mégis szégyenletes fogságra ítélték, továbbá meg kellett tagadnia a föld mozgására vonatkozó tanait.

Kopernikusz, Kepler és Galilei műveit a földnek a naprendszerhez való viszonyáról a szent kongregáció eltiltotta, amely tilalom 1835-ig fennállott.

Galilei kifejtette műveiben, hogy már Pitagorasz és Arisztarchosz tanították, hogy a föld a nap körül mozog. Galilei kifejtette a mozgás elméletét és bebizonyította, hogyha a mozgó testre valamely erő hat, akkor annak mozgásában változás áll elő; ha arra semmi erő sem hat, akkor a mozgás változatlan. Ahelyett, hogy mint Arisztotelesz azt állította volna, hogy az eső test mögé tóduló levegő gyorsítja az esést, Galilei bebizonyította, hogy a levegő akadályozza az eső test mozgását.

Az egyház ellentállása azonban Kopernikusz

rendszerével szemben hasztalan volt. Descartes pillanatig sem habozott, hogy Kopernikusz tanait elfogadja. Természetes, hogy ezzel ellenségeket szerzett magának, azonban menedékre talált a protestáns Hollandiában és Svédországban. Kopernikusz szerint valamennyi bolygó a nap északi pólusából tekintve jobbról balfelé mozog. Ugyanazon irányban mozog a mi holdunk a föld körül és a Galilei által felfedezett Jupiter-holdak bolygójuk körül, valamint a napfoltok a nap körül. Megközelítőleg ezek mind az ekliptika síkjában mozognak (az ekliptika a látszólagos nappálya). Ezen szabályszerűség magyarázata céljából Descartes és Giordano Bruno az étertenger egy nemét vették fel, amelyben a bolygók lebegnek. Descartes azt hitte, hogy az éter a nap körül, mint egy központ körül körben forog és hogy ezen örvényszerű mozgás a bolygókat is magával ragadja köralakú pályákon, mint ahogyan száraz lombot magával sodor a forgószelel. Ezen felfogás jóval fölülmúlja Kepler véleményét, aki szerint a bolygókat isteni lények viszik előre pályáikon. Az üstökösökről, amelyek nem úgy viselkednek, mint a bolygók, Descartes azt tartja, hogy igazi égitestek, amelyek a Szaturnuszon kívül mozognak. Azonban mivel Tycho Brahe azt állította, hogy megfigyelései szerint az üstökösök ugyan a hold pályáján kívül mozognak, azonban gyakran nincsenek attól nagyobb távolságra, mint a Vénusz vagy a Merkúr, Descartes kijelentette, hogy ezen megfigyelések nem elég pontosak arra, hogy Tycho következtetései jogosak volnának.

Descartes Moruszhoz intézett egyik levelében azt mondja: «Fel nem foghatjuk azt az eszmét, hogy a világnak határa van; azért mondjuk, hogy a világ végtelen kiterjedésű. Azonban abból, hogy a világ térben végtelen kiterjedésű, még nem következik, hogy időben is végtelen. Ámbár a világnak végnélkülinek kell lennie, a teológusok még sem állítják, hogy örök időtől fogva létezik.» A világ — Descartes szerint — anyaggal van tele, azért mindennek köralakú, zárt pályában kell mozognia. Isten teremtetten az anyagot és ennek mozgását. Három elem van a világon. Az elsőből, a világító elemből lettek a nap és az állócsillagok; a második, átlátszó elemből áll az ég; a harmadik elemből, amely sötét, át nem látszó és a fényt visszaverő, állnak a bolygók és az üstökösök. Az első elem a legfinomabb részecskékből áll, a harmadik a legdurvább részekből.

Kezdetben a lehető legeggyenletesebben volt szerinte az anyag elosztva. A mozgás folyamán zárt pályák keletkeztek egyes középpontok körül, amely középpontokban összegyülemlt a világító anyag, míg a második és harmadik anyag körben örvénylett körülötte. Több sötét test oly sebesen mozgott, továbbá oly nagy tömegű volt, hogy a forgási középponttól messzire eltávolodott és semmiféle erő sem tudta azokat visszatartani. Ezen testek egyik forgási középponttól a másikhoz vándoroltak; ezek az üstökösök. Kisebb tömegű és gyorsaságú testek egyesültek a második elem ugyanolyan centrifugális erővel bíró részeivel; ezek a boly-

gók. A kisebb tömegek beljebb kerültek. Más részeknek a mozgása folytán ezek nyugat-kelet irányú forgásba jutottak.

A legkisebb részek mozgásából keletkezik a hő. Ez részben azáltal keletkezik, hogy a nap sugarai érik az anyagi részeket; de előállhat más módon is. A hő az érzékeinkre hat. A foltok növekedésével valamely nap vagy csillag fokozatosan elsötétülhet és viszont a foltok elmulásával nagyobbodhat világító képessége. Különböző csillagok fényváltozásának e magyarázatát sok csillagász még napjainkban is elfogadta.

Megtörténhet, hogy valamely csillagkörüli örvényt, amely nem egyéb, mint az első és másodrendű részek forgómozgása, a közeli örvények elnyelnek. Ekkor ezen örvény középponti csillaga is más örvénybe kerül, amelyben bolygóvá vagy üstökössé válik.

A csillagrendszerből a bolygórendszerbe való átmenetet Descartes a föld leírásában alaposabban fejti ki. A föld kezdetben az első elem hatalmas örvénye által körülvett nap volt. Mindjobban foltok borították be, míg nem a foltok összefüggő kérget alkottak. A föld felszínén kialudt a tűz; a földfelületről tehát nem kerülhettek újabb részek az örvény külső felébe, amiért annak forgása fokozatosan megszűnt. Azonban e területre ekkor közeli forgórendszerekből behatoltak egyes részek, amelyeket előbb a tüzes földből kiszakadó részek eltaszítottak volna. Ily módon a kihűlt föld belekerült a nap közellévő örvényébe és bolygó lett. A föld magva még izzó állapotban van,

ezt körülveszi a föld szilárd kérge, amelyet a harmadik elem részei alkotnak. A kéregben levegő- és vízrétegek vannak, amelyeket a kéreg beborít. Ez néha összetörik és beleesik az alatta lévő vízbe, amely ily módon felszínre kerül és oceánná lesz, míg a törött földkéregből hegyek képződnek. Víz is folyik a kemény föld ereiben. Ezen nézeteket később Burnet (1681) bővebben kifejti.

Ez röviden Descartes felfogása a világrendszerről. Szerinte az állócsillagok, amelyek a naprendszer körül lévő örvények középpontjai, oly nagy távolságban vannak, hogy a földhöz viszonyított helyzetük nem változik észrevehetőleg a föld mozgása által.

A kémia ezen korban igen elmaradt. Azt hitték, hogy a testek különböző tulajdonságai a legkisebb részek alakjából erednek. Descartes valóban filozófiai alapossággal írja le, hogyan lehet a különböző tulajdonságokat abból levezetni, hogy a részek nagyok-e, vagy kicsinyek, könnyűek, vagy nehezek, gömbölyűek-e, vagy szegletesek, tojás-, vagy harangalakúak, elágazók vagy osztatlanok. Mindezen dolgok terjengő leírásával igen gyöngítette rendszere világosságát.

Newton kiváló kortársa és riválisa Leibnitz (1646—1716 között) «Protogaea» című művében, amely 1683-ban jelent meg az «Acta Eruditorum» című tudományos folyóiratban, a föld fejlődésének oly magyarázatát adta, amely sok pontban megegyezik mai felfogásunkkal. Abban a korban az volt az általános vélemény, amint azt már az északi népek vallották, hogy a föld

egykor tűz által fog elpusztulni, ami valószínűleg a nap és valamely más égtest összeüt-közése esetén fog bekövetkezni. Leibnitz Descartes-al megegyezően szintén azt tételezi fel, hogy a föld hőfoka kezdetben igen magas volt. Leibnitz szerint ez éghető anyag híján csökkent és így a föld kéreggel vonódott be, míg a víz, amely eleinte gázállapotban volt, egy későbbi periódusban megszűrűdött. Az üvegszerű földkéregből homok képződött; és víz meg sok közreműködése folytán alakult ki a többi föld-réteg. Eredetileg az egész földet tenger borította; azért találunk az egész földtekén régi csigahéjakat. A föld felszíne szabálytalanná vált, néhol horpadások támadtak, amelyek legmélyebbjeit tenger töltötte be.

Steno, dán tudós (1631—1686 közt), aki-nek érdemeit csak 1831-ben ragadta ki a feledés homályából Elie de Beaumont, azt hitte, hogy a vízszintes földrétegek, különösen pedig ha vizi állatok megkövesedett maradványait tartalmaznak, tengeri eredetűek. Mivel e rétegek gyakran ki vannak zavarva vízszintes helyzetükből és emelkedettek, világos, hogy itt külső erőknek kellett hatniok, ezek között, Steno szerint, a vulkánosság játszik főszerepet.

Azon időben általánosan elfogadták azt a nézetet, hogy a föld belsejét víz tölti ki, amely közlekedik a tengerrel. Ily nézetek már Descartesnál is találhatók. E téves felfogás képviselői voltak Woodward (1665—1722) és Urban Hjärne (1712); utóbbi szerint a föld belsejében lévő víz sűrű, zavaros és forró.

Descartes eszméit kortársai a legnagyobb bá-

mulattal fogadták. Tanai kiszorították Arisztotelesz tanait az egyetemekről. Upszálában élénk vitát keltettek, talán ez adott impulzust a természettudomány fejlődésére Svédországban. A papság megkísérlette, hogy megakadályozza ezen tanok hirdetését az egyetemi tanszékeken; ehhez azonban nem sikerült megnyerniök a kormány beleegyezését.

Szvedenborg volt azon fiatalemberek egyike, akikre Descartes tanai erős hatással voltak és aki Descartes kozmogóniáját némileg módosította. Szvedenborg szerint minden forgórendszerekből áll, úgy az atómkok, mint az egész naprendszer. Minden egy általános terv szerint épült fel. A legkisebb anyagi rész az anyagtalan pont forgó mozgásából keletkezett volna. Ez igen gyöngye megokolás, mert a kiterjedés nélküli pont, bármily sebesen is forog, az által sohasem foglalhat el teret. Úgy látszik, hogy Szvedenborg hipotézise segítségével a világnak semmiből való keletkezését akarta megmagyarázni. Ámbár némely helyen azt mondja, hogy a matematikai pont örök időtől fogva létezik; ebben azonban semmiképen sem következetes, mert máshol azt mondja, hogy a pont teremtes által jött létre.

Szvedenborg világmagyarázata annyiban különbözik Descartes-étól, hogy a bolygók szerrinte nem vándoroltak kívülről a naprendszer forgási szisztémájába, hanem ellenkezőleg, a nap kitesztította őket. Szvedenborg azt képzelte, hogy a napfoltok növekedtek, míg végül a nap egész fényes felületét elsötétítették. Az elzárt tűz kiterjedni igyekezett és ennek következté-

ben a héj megfeszült, míg végül összetört. A sötét burok gyűrűalakban gyülemlett össze az egyenlítő körül. A forgás tovább is tartott, mígnem az erős gyűrű kis darabokra törött, amelyek gömbalakot vettek föl; ily módon alakultak ki a bolygók és a holdak. Hogyha valamely nap burka széttörik, az hirtelen láthatóvá lesz; úgy magyarázza Szvedenborg «új csillagok» hirtelen föllángolását.

A bolygók és a napok ezután, Szvedenborg szerint, a forgás segítségével elkerültek olyan helyre, ahol a forgó éterrel egyensúlyban voltak. Ezen távolságban majdnem köralakú pályákon mozognak. A bolygók épúgy viselkednek, mint a könnyű levegőbe fölemelkedő testek, amelyek mindaddig meg nem állapodnak, míg csak hasonló sűrűségű légrétegbe nem kerülnek. Ezért a legnagyobb fajsúlyú bolygók a legbelsőbb helyre jutnak, míg Descartes szerint a legnagyobb tömegűek a legtávolabb vannak.

Mindkét felfogás csak megközelítőleg helyes, amint az a következő táblázatból kitűnik, amely See amerikai tudós számításain alapul.

Égitest	Sugár	Tömeg	Középtávolság	Sűrűség
Nap	109·100	332,750·000	0·00	0·256
Merkur	0·341	0·0224	0·39	0·564
Vénusz	0·955	0·8150	0·72	0·936
Föld	1·000	1·0000	1·00	1·000
Hold	0·273	0·0123	1·00	0·604
Marsz	0·536	0·1080	1·52	0·729
Jupiter	11·130	317·7000	5·20	0·230
Szturnus	9·350	95·1000	9·55	0·116
Uranusz	3·350	14·6000	19·22	0·390
Neptunusz	3·430	17·2000	30·12	0·430

Ezen táblázatban a föld sugara, tömege, naptól mért középtávolsága és sűrűsége szolgál egységül.

Szvedenborg művei általában homályosak, ami a modern természettudós előtt érthetetlen. Az a benyomásunk róla, hogy nem gondolta át azt, amit leírt. «Principia» című munkájának végén az örvény-mozgást matematikailag fejezi ki, ezen részben joggal elvárhatnánk teljes világosságot. Az örvény természetesen kívülről, más örvényekkel szemben határolt. Szvedenborg most azt állítja, hogyha két bolygónak az örvény külső határától való távolsága úgy aránylik egymáshoz, mint egy a négyhez, akkor sebességük egynek a kettőhöz való viszonyában áll. Ebből az következik, hogy azon erő, amely a bolygót a középpont felé viszi, egyenesen arányos a bolygónak a forgórendszer határától mért távolságával és fordítva arányos a naptól való távolsággal. Ezen erő azonban Newton gravitációja, amely fordított arányban áll a bolygó naptól való távolságának négyzetével, és ez egyáltalában nem egyezik meg Szvedenborg magyarázatával. De Szvedenborg jól ismerte Newton munkáit és több alkalommal ki is fejezte iránta érzett mély bámulását, így pl. azt mondja, hogy: «sohasem dicseérték eléggé.» Hogy saját maga és Newton általánosan elfogadott felfogása között közve-tsítsen, azt mondja, hogy az ő állítása akkor helyes, ha a forgás sebessége a forgórendszer szélén növekszik; ez azonban egyáltalában nem felel meg Newton törvénye értelmében a boly-

gók mozgásának és különben is érthetetlen volna.

Szvedenborg azt is gyanítja, hogy a tejút a látható csillagvilágban ugyanolyan szerepet játszik, mint a nap forgás-tengelye a mi bolygórendszerünkben. Eszerint a napok bolygórendszereikkel a nagy világtengely körül csoportosulnának, amely a tejút közepén megy át; eszerint a tejút az égen félkör alakú öv gyanánt jelenne meg, holott az gyűrűalakúnak látszik. Szvedenborg szerint ily módon még nagyobb rendszereket is elképzelhetünk, amelyeknek csak kis része a tejút rendszere. Hasonló gondolatokat vetett föl későbben Wright (1750-ben), aki Szvedenborg gondolatmenetét valószínűleg nem ismerte és föltételezte, hogy a tejút megfelel a naprendszer ekliptikájának. Ilyen eszmékkel foglalkozott továbbá Kant (1755), aki aligha tett hozzá valamit is Wright magyarázatához és Lambert, aki azt hitte, hogy a napok csillaghalmazokká fognak tömörülni és ezek tejutakká (1761).

Kérdezhetjük, hogy mért nem vette föl rendszerébe Szvedenborg az általa csodált Newton korszakalkotó felfedezését? Erre azt válaszolhatjuk, hogy Szvedenborgot teljesen áthatotta azon eszme, hogy mindennek a világon, akár kicsiny, akár nagy dolog az, egy terv szerint kellett elkészülnie. Nem tudott elképzelni semmiféle távolról ható erőt az égitestek között, mivel ily hatás egyébként előttünk ismeretlen. Ez az ellenvetés különböző oldalról érte Newton nagy felfedezését és Newton saját

maga nem volt egész érzéketlen ez iránt. Szvedenborg ez okból a világrendszer magyarázatát Descartesnak az örvényrendszerről való gondolatára alapította. Úgy látszik, nem érezte föltevésai fizikai képtelenségeit és különösen nem értette meg azok teljes összeférhetetlenségét Newton törvényeivel. Ez igen komoly fogatkozása Szvedenborg rendszerének, amelyben voltak egészséges eszmék is, amelyeket később mások kifejelesztettek.

Ez különösen áll azon feltevésére, hogy a bolygók a napnak köszönhetik létüket és hogy eredetileg is a naprendszerhez tartoztak; ez oly gondolat, amelyet általában Kantnak tulajdonítanak. Azon eszme, hogy a tejút óriási csillagrendszer, nem kis értékű, bár Szvedenborg kevésbé dolgozta ki. Gondolatmenetének sajátossága azon állítása, hogy a napunk közelében lévő naprendszerek tengelyei azonos irányúak. Ezen iránynak párhuzamosnak kell lennie a tejút tengelyével; ez azonban nem áll. Bohlin legutóbbi kutatásai azt mutatják, hogy bizonyos fokig valószínű, hogy a hozzánk legközelebb fekvő kettős csillagok pályasíkjai és a legnagyobb, vagyis hozzánk legközelebbi ködfoltok középsíkja majdnem párhuzamos az ekliptikával. Wright és Lambert szerint hasonló szabályszerűség várható a tejút napjainál.

Pitagorasz állítólag azt szokta mondani növendékeinek, hogy más bolygók épúgy be vannak népesítve, mint a föld. Később az általánosan érvényre jutó Kopernikusz-féle tanok következtében nem tekintették a földet a világegye-

tem központjának és más világokat is lakotaknak vettek fel.

Giordano Bruno is lelkesedéssel hirdette e tant, amelyet az akkori teológusok oly veszélyesnek tartottak, hogy azért máglyán kellett bűnhődnie. Kétségkívül ez a tan volt különösen az, ami az egyházat Galilei ellen és Kopernikusz más követői ellen ingerelte. Midőn e gondolat mindenkit áthatott, akkor a másik végletbe estek, és minden égitestről azt képzelték, hogy be van népesítve, anélkül, hogy keresték volna az élőlények létehez tartozó fizikai feltételeket. A holdlakókról szóló fantazmák igen népszerűek voltak, és népies elbeszélésekben ma is szó van róluk. Sőt Herschel Vilmos, a kiváló csillagász, azt hitte, hogy a napnak is vannak lakói és hogy a napfoltok a nap szilárd tömegének részei, amelyek olykor a fénylő napfelhőkön áttetszenek.

Szvedenborg látomásai e fantazmák közül a legkülönösebbek. Igen jellemes ember volt; kétségtelen, hogy valóban hitte azt, amit állított. Azt mondja, hogy napokat, heteket, sőt olykor hónapokat töltött túlvilági szellemek és angyalok társaságában. «Általuk értesültem azon világokról, amelyekben laknak, az ottani erkölcsökről, szokásokról és vallásokról, valamint más érdekes dolgokról; és mindent, ami ily módon tudomásomra jutott, úgy le tudok írni, mint amit magam láttam és hallottam.» «Ésszerű az a következtetés, hogy oly nagy tömegek, aminők a bolygók, amelyek részben fölülmúlják a földet, nem azért teremtetek, hogy a

föld körül keringjenek és hogy halvány fényükkel csak a földet világítsák; ezeket más célból kellett megteremteni.» Ez a gondolatmenet, amelyet Szvedenborg a túlvilági szellemeknek tulajdonít, valószínűleg igen el volt terjedve, és kétségtelenül ez okból kelt nagyobb érdeklődést a csillagászat, mint minden más tudomány. A bolygók Szvedenborg szellemei szerint, «tengelyforgást végeznek, van nappaluk és éjjelük. Többeknek közülök holdjaik is vannak, amelyek úgy keringenek körülöttük, mint a mi holdunk a föld körül.»

«A Szaturnusz bolygónak, amely legtávolabb van a naptól, azonkívül óriási gyűrűje van, amely bolygóját erős, ámbár visszavert fény nyel látja el. Hogyan képes valaki, aki e tényeket ismeri és észszerűen tud gondolkodni, föltételezni, hogy az égitestek lakatlanok?» «Jól tudják a szellemek és az angyalok, hogy a hold, a Jupiter és a Szaturnusz körül keringő holdak is lakottak.» Ezen lakókat úgy írja le, mint eszes, emberhez hasonló lényeket. «Azok sem kételkedhetnek, hogy az égitestek lakottak, akik nem beszéltek szellemekkel; mert vannak «földek», és ahol föld van, ott emberek is vannak, mivel minden földnek végcélja az ember.» Szvedenborg ily módon nemcsak naprendszerünk bolygóiról értesült, hanem más benépesített világokról is és más napokról a látható világegyetem határáig. Szelleme azokba a régiókba helyezkedett el, míg teste lenn maradt a földön. Így tudta meg azt, hogy a mi napunk nagyobb az ég többi napjainál. Az egyik bolygóból látta az ég ősz-

szes csillagait, amelyek közül az egyik nagyobb volt a többinél és egy égi hang megmagyarázta neki, hogy az volt a mi napunk. Máskor meg a legkisebbnek mondott bolygón volt, amelynek kerülete alig volt 3750 km. Gyakran beszél más bolygók állatairól és növényeiről is.

Ezt a leírást jellemzőnek tekinthetjük a Szvedenborg-korabeli művelt közönség felfogására a világegyetemről. E nézet lényegesen eltér a mai felfogástól, amint ezt Proktor kiemeli, aki foglalkozott ezen spekulációkkal. Napunk valószínűleg nem nagyobb más napnál. Ép így a Szvedenborg által leírt bolygó nem a legkisebb a világon. Az 1800 óta felfedezett 600 kis bolygó között a legnagyobb, a Ceresz, körülbelül 3000 km-nyi területű; a Veszta- és a Pallasznak fél olyan kerülete sincs; míg a legkisebbeknek közülök, fényük erősségéből ítélve, 30 kilométernél alig van nagyobb területük.

Csudálatos azonban, hogy azon szellemek közül, akikkel Szvedenborg 29 éven át találkozott, egy sem tudott a számos kis bolygóról. Épúgy helytelen azon állításuk, hogy a Szaturnusz a legszélsőbb bolygó, mert később felfedezték az Uranuszt és a Neptunuszt (1781-ben, illetőleg 1846-ban).

Az Uranuszt már Flamsteed megfigyelte 1690-ben, tehát Szvedenborg születésének ideje körül (1688). Szabad szemmel látható és kétségkívül számtalan ember látta, bár Herschel előtt senkisémm gondolta, hogy az bolygó lehet.

Igen feltűnő az az állítás, hogy a Merkúr

lakói igen kellemes klímát élveznek, a nap heves kisugárzása dacára (amely 6·6-szerre erősebb, mint a földön). Szvedenborg ezt úgy magyarázta, hogy ezt a bolygó ritka légköre okozza. Hogy a ritkább légkör hűtőhatású, arra abból következtetett, hogy a magas hegyeken, még trópusi vidéken is, meglepő a hideg. Ezt Szvedenborg maga mondta el a Merkur lakóinak, akiket igen korlátoltaknak mond. Mai fel fogásunk szerint a Merkuron nehezen lehetnek élő lények.

Mindebből tisztán láthatjuk, hogy Szvedenborg azoktól a szellemektől és angyaloktól, akikkel látomásaiban érintkezett, nem tudhatott meg többet, mint amit ő maga tudott, vagy valószínűnek tartott. Szvedenborg leírását szellemeinek nyilatkozatairól azért közöltük, hogy bemutassuk, hogy a korabeli tudás minőnek képzelte a világrendszert.

Igen jellemző arra a korra, hogy Kant is, Szvedenborg példáján felbuzdulva «Theorie des Himmels» című munkájában más bolygók eszes lényeinek hosszas leírását adja. Ő azonban csak a naprendszert tárgyalja ily módon. Kant azt mondja: «Ezen állapot oly valószínű, hogy valószínűségi foka nincs messze a bizonyosságtól.»

Épúgy, mondja tovább Kant, amint a bolygók fajsúlya annál nagyobb, minél közelebb vannak a naphoz (ezen föltevés helytelen), ép úgy annál finomabb és könnyebb anyagból kell állaniok a bolygók lakóinak, továbbá állatainak és növényeinek, minél távolabb fekszenek a bolygók a naptól.

Egyúttal a naptól való távolság növekedésével testük szövete rugalmasabbá válik, testalkatuk pedig ennek arányában célszerűbbé. Hasonlókép szellemi tulajdonságaik, különösen gondolkodási képességük, gyors felfogásuk, fogalmaik pontossága és élénksége, kombinatív képességük, cselekvésben való gyorsaságuk, egy szóval tehetségeik általános tökéletessége kell, hogy a naptól való távolsággal növekedjék.

Ezt annál is inkább szükségesnek tartotta, mert a Jupiteren a nap csak 10 órás, ez az idő pedig a földi lakóknak, akiknek durvább a természetük, alig elegendő ahhoz, hogy kipihenjék magukat. Kant és Szvedenborg azt hitték, hogy az a számos hold, amely a külső bolygók körül kering, megörvendezteti e bolygók boldog lakóit; azok nem ismerik a bűnt; valószínű, hogy náluk korlátlan az erény uralma.

Ezt írja e kor legnagyobb filozófusa, aki kortársai naiv teleológiai és metafizikai gondolkodásmódjától nem tudott teljesen megszabadulni. A teleológiai felfogásból — amely mindenben a célszerűséget követeli — következik, hogy «a föld az ember kedvéért létezik.» A célszerűség tana azon időben oly nagy hatású volt, mint ma az evolúció tana.

VI.

NEWTONTÓL LAPLACEIG.
A NAPRENDSZER MECHANIKÁJA ÉS
KOZMOGÓNIÁJA.

DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF LAND MANAGEMENT
WASHINGTON, D. C.

Keplernek a bolygó mozgásokra vonatkozó felfedezése lehetővé tette azt, hogy a bolygók helyzetét bizonyos időpontra nézve előre meg lehessen jósolni. A fejlődési láncolat egy még hiányzó fontos tagjának hozzácsatolása Newton számára tartatott fenn. Bebizonyította, hogy Kepler három törvénye egyetlen-egy törvényből vezethető le, az általánosan elfogadott gravitációs törvényből, amely szerint két tömeg között működő vonzóerő a tömeg nagyságával egyenes, a távolság négyzetével fordított arányban áll. Ezen időben a földfelület nehézségi erejének intenzitását már ismerték Galilei és Huyghens méréseiből. Miután ugyanaz az erő, t. i. a föld vonzó ereje a holdra is hat Newton szerint és az az erő tartja meg pályájában, meg kellett határozni a nehézségi erő nagyságát a földnek a holdtól való távolságára vonatkozólag és össze kellett hasonlítani ezt az erőt azzal, amely a holdpálya görbületét okozza. Newton ezt 1666-ban kiszámította, de nem ért el jó eredményt.

Egyáltalában nem lehetetlen, amint Faye megjegyzi, hogy Newton ezen kudarc folytán

kételkedett a nehézségi erő jelentőségében. Bizonyos, hogy 1682 előtt nem folytatta számításait, amidőn elérte a kívánt eredményt, akkor ugyanis számításai alapjául a föld nagyságának új becslései szolgáltak. Állíthatjuk, hogy a kor megérett e felfedezésre, mivel Newtonnak négy honfitársa is igen közel járt hozzá. Newton kortársai mindenesetre nagy elragadtatással fogadták. Azonban még nehezen tudták megérteni, hogy a testek hatnak egymásra a távolból és hogy a bolygók az üres térben mozognak. A bolygók mozgásai azonban oly rendkívül szabályosaknak mutatkoztak, hogy lehetetlen volt az a feltevés, hogy bármily ritka gázon is áthatoljanak. Azonkívül barometrikus megfigyelések bebizonyították, hogy a levegő sűrűsége a föld színe feletti magassággal gyorsan csökken. Tehát Descartes örvény-elméletét el kellett hagyni. Az összes égitestek, még az üstökösök is, amelyek Descartesnak a köralaktól eltérő pályáik által oly nagy gondot okoztak, oly pályákon mozognak, amelyek szigorúan követik Newton törvényét.

A bolygórendszer feltűnő szabályossága és egyformasága rejtély volt Newton előtt. A hat ismert bolygón kívül azok tíz holdja is ugyanazon irányban, közel ugyanazon síkban, az ekliptika síkjában és majdnem köralakban mozog. Mivel Newton semmiféle örvényben, amely magával ragadná az égitesteket, nem hitt, nem tudta megérteni ezen sajátságos szabályszerűség okát, annál kevésbbé, mert az üstökösök, amelyeknek pályái szintén a nap vonzásától

függnek, gyakran épen nem azon irányban mozognak, mint a bolygók. Ebből Newton minden igazolás nélkül arra következtetett, hogy a bolygómozgás szabályszerűségének nem lehet mechanikus oka. A következőket mondja: «El-lenkezőleg, azon csodálatos elrendezést, amelynek segítségével a bolygók majdnem köralakú pályákon mozognak és a napok egymástól oly távol fekszenek, hogy bolygóik ne zavarják egymást, egy eszes és mindenható lény okozta.» Newton szerint a bolygók mozgásuk impulzusát a teremtésben nyerték. Ezen föltevés ellen, amely valójában az észszerű magyarázat ellentéte, a leghatározottabban lépett föl Leibnitz; a probléma pozitív megoldását azonban ő sem érte el.

A legelső, aki ilyen magyarázatra törekedett, Buffon volt, a «Histoire Naturelle» (1748) tehetséges szerzője. Buffon ismerte Descartes és Szvedenborg műveit és mivel azon módot, samint Szvedenborg a bolygóknak a naptól való elválását gondolta, fizikai szempontból nem találta lehetségesnek, más magyarázatot keresett. Elsősorban annak a rendkívüli valószínűtlenségét hangsúlyozta, hogy csupán véletlen volna az a körülmény, hogy a nappályának a bolygók pályájához való hajlása sohasem haladja túl a 7 és fél fokot, vagyis a lehető legnagyobb hajlásnak, 180 foknak $\frac{1}{24}$ részét nem haladja meg.

Ezt már előbb is kiemelte Bernoulli. Minden bolygó számára annak a valószínűsége, hogy ez a véletlenül alapul csak $\frac{1}{24}$. Az akkor is-

mert öt bolygó számára együttvéve a véletlenség valószínűsége $(1/24)^5$, vagyis körülbelül csak egy nyolc milliomod. Azonkívül tekintetbe kellett venni, hogy a mellékbolygók is, már amennyire akkor ismerték azokat és pedig a Szaturnusz öt holdja, a Jupiter négy, a föld egy holdja és a Szaturnusz gyűrűje is mind oly pályákon mozognak, amelyek síkja kevéssé tér el az ekliptikától. Ennek tehát mechanikai okát kellett keresni.

Buffon, hogy a bolygók mozgásait megmagyarázza, fölvette, hogy valamennyi bolygó a nap és az üstökösök összeütközéséből ered. Az összeütközés következtében szerinte a nap tömegének $1/650$ része levállott és oldalra taszított, amiből a bolygók és holdjaik keletkeztek. Hogy ilyen, majdnem érintő irányú lökés megtörtént, már abból is következhetett, hogy az 1680. évi üstökös, amelynek pályáját Newton kiszámította, a nap világító felületétől csak egy harmad naprádiusz távolságra haladt el, és igen könnyen megtörténhet, hogy a 2255. évben, midőn ezt az üstököst visszavárják, beleesik a napba.

Annak ellenében azt az ellenvetést lehetett felhozni, hogy a nap töredékeinek vissza kellett volna esni a napra. Buffon erre azt válaszolta, hogy az üstökös a napot oldalra tolta és hogy a kidobott anyag eredeti pályáját a későbben kidobott töredékek megváltoztatták. Ezen föltevést Laplace is helyeselte, aki később Buffon magyarázatát átvizsgálta. Buffon magyarázata valóban geniális. Képzeljünk

el egy kerek fakorongot, amelynek oldalába éles műszer hatol, úgy hogy forgácsok válnak le róla, akkor a korong a behatolás irányában forogni fog. A levált forgácsok is ugyanazon irányban forognak, azonkívül az éles eszközhöz való súrlódás folytán a korong egyenlítőjével párhuzamosan tovább mozognak. Kisebb forgácsoknak, a nagyobbak töredékeinek, a nagyobbak körül szintén ugyanazon irányban kell forogniuk, amennyiben tudniillik valamely kis rost még a nagyobbbal összetartja azokat. Ép úgy kellett, hogy a nap töredékei, amelyek akkor támadtak, midőn az üstökös ferdén hatott a nap felületére, valamennyien ugyanazon irányban forogjanak és époly pályákat írjanak le, mint a napnak az egyenlítőjéhez közel eső részei. Buffon a napot a földhöz hasonló, szilárd, izzó, légréteggel körülvett testnek tekintette. A fa rostja, amely a kis forgácsot a nagyhoz fűzi, a nehézségi erőnek felelne meg.

Eddig minden jó és szép volna. De Buffon messzebbre ment. Így következtetett: azok a töredékek, amelyek a legkisebb sűrűségűek, kell, hogy a legnagyobb sebességet ériék el, és azért mielőtt pályájuk görbülni kezdene, a legtávolabbra löketnek ki. Mivel tudta, hogy a Szaturnusz kisebb sűrűségű, mint a Jupiter, ez meg ritkább a földnél, ebből arra következtetett, hogy a bolygók annál sűrűbbek, mennyél közelebb állanak a naphoz — oly következtetés, mely mint láttuk Szvedenborgtól ered és amely később Kantnál is megtalálható — ami azonban egyáltalában nem egyeztethető

össze mai ismereteinkkel. Továbbá azon töredékekről, amelyek a naptól való elválásukkor a legnagyobb gyorsasággal mozogtak, a legkönnyebben válhattak le kisebb töredékek, azaz mellékbolygók. Ezen feltevést az akkori tudás igazoltnak tekinthette, ma azonban nem igazolt. Akkor csak azt tudták, hogy a Jupiter egyenlítői sebessége nagyobb, mint a földé, utóbbié pedig nagyobb a Marsénál.

Négy Jupiter-holdat ismertek és a föld holdját, de nem ismerték a Marsét. Az öt holddal bíró Szaturnusznak kellett volna tehát, hogy a legnagyobb egyenlítői sebessége legyen. Azóta azonban oly változás állott be ismereteinkben, hogy az egyenlítői sebesség egymásutánja a következő: Jupiter, Szaturnusz, Föld, Marsz; holdjaik száma pedig: 7, 10, 1, 2. A fenti érvelést tehát ma már nem fogadhatjuk el.

Az összeütközés által okozott roppant hőfejlődés folytán a bolygók, Buffon szerint, cseppfolyósokká váltak, de kis tömegük miatt gyorsan lehültek, mint ahogy a nap is valamikor majd kihül és kialszik. A különböző bolygók tömegük szerint hosszabb, rövidebb ideig izzók. Kihülési kísérleteket végezve különböző átmérőjű izzó vasgömbökkel, jogosultaknak tartotta azon következtetéseit, hogy a földnek 75,000 évre volt szüksége, hogy jelen hőfokára jusson, a holdnak 16,000, a Jupiternek 200,000 és a Szaturnusznak 131,000 év kellett. A nap lehülése a Jupiter lehülésének tízszeres idejébe kerülne.

A bolygók a naptól való leválásuk idején, annak légkörén áthaladva, levegőt és vizgőzt

vettek föl, ezekből keletkeztek a tengerek. Szerinte a föld belseje rég kihült már, mert nem hatolt a belsejébe levegő, hogy a belső tüzet táplálja (az Descartes és Leibnitz nézeteinek ellentmond). Mindamellett Buffon azt hitte, hogy a földi melegnek csak két százaléka ered a napból, míg a többi a föld saját melege. Továbbá fölvette, hogy a föld egész tömege egyenlő sűrűségű, mert forgási tengelye különben nem volna szimmetrikus helyzetű; pedig a föld alakja ép olyan, mint aminőt egy a föld forgási sebességével bíró cseppfolyós gömb venne föl. A föld nem is üres, különben magas hegyeken nagyobb volna a nehézségi erő, mint aminő ténylegesen.

A napból leválott töredékek közepsűrűsége ugyanolyan, mint a napé. Ugyanis a Jupiter, amely a legnagyobb tömeg a bolygórendszerben, csaknem olyan sűrűségű, mint a nap és a Szaturnusz, amely nagyságra legközelebb áll hozzá, csak kevéssel kisebb sűrűségű. A belső bolygók sűrűsége azonban kissé nagyobb a napénál. Ezekben Buffon felfogása megerősítését látta. Ami az utóbbi két pontot illeti, meg kell jegyezni, hogy a föld forgási tengelye akkor is átmenne a középponton és a sarkokon, ha a föld sűrűsége belseje felé a középponttól való távolság mértékével arányosan változna. Tehát mi sem áll annak a feltevésnek útjában, hogy a föld belseje sűrűbb, mint a külső rétegek, ami tudvalévően kettőnek az egyhez való arányában áll is. Továbbá a föld lehűlésének nem kell oly gyorsan lefolynia, a mint az egy vasgolyónál történik, amely igen

jó hővezető. A föld belseje még izzó lehet, ámbar az égési folyamat megszűnt benne. Végül ma már tudjuk, hogy a nap és a külső bolygók, beleértve a Jupitert is, továbbá a belső bolygók belseje gáznemű, nem pedig szilárd, mint azt Buffon hitte. Ily körülmények között levezetései gyakorlati szempontból értelmetlenekké válnak, azonban összehasonlíthatlanul fölötte állanak Kant nézeteinek.

Buffon igazi természetbuvár volt, akinek gondolkodásmódja közel áll a mai természettudósokéhoz. Művét Laplace nem jogtalanul, erős kritika tárgyává tette, azért említik most oly ritkán, míg Kantot és Laplacet előtérbe helyezik. És mégis úgy tűnik föl előttem, hogy Buffon fejtegetése megállja helyét Laplace-é mellett, különösen azért, mert ötven évvel előzte meg Laplace-t, aki viszont messze fölülmulja a königsbergi filozófust.

Buffon maga elég keserű, bár találó kritikát mond kora bőbeszédű és homályos kozmogóniájáról:

«Ép oly vaskos könyvet írhattam volna, mint Burnet vagy Wiston, ha nézeteim előadását terjengőssé akartam volna tenni, és egyúttal azáltal is súlyt kölcsönözhettem volna nekik, hogy matematikai köntöst húztam volna rájuk, amint az utóbbi megtette azt; de azt hiszem, hogy hipotéziseket, bármennyire valószínűek is, nem szabad sarlatán módra tárgyalni.»

Laplace Buffon rendszerével szemben és pedig helyesen, oly ellenvetést tett, amely valószínűleg megfosztotta hitelétől Buffon hipotézi-

seit. Buffon ugyanis azt mondja: Ha a föld egy pontjából kilőnénk egy golyót, akkor, ha zárt pályát ír le, vissza fog térni kiindulási pontjához, tehát csak rövid ideig lesz távol a földtől, legfeljebb egy körforgás idején át. Épúgy kellene a nap leválott töredékeinek is a naphoz visszatérni. Hogy ez meg nem történik, az többféle módosító körülményen alapul. Laplace, az ég mechanikájának nagy tekintélye erről azt mondja: «A folytonosan elváló különböző részek ütközései és azok kölcsönös vonzása megváltoztathatják a részek mozgási irányát, pályáiknak a naphoz legközelebb fekvő pontját eltávolíthatják a naptól.» Ennyiben igaz van Buffonnak. «Azonban», folytatja Laplace «pályáiknak erősen excentrikusoknak kellene lenniök, vagy legalább is rendkívül valószínűtlen, hogy valamennyi majdnem köralakú lett volna.» Buffon jól tudta, hogy a bolygók pályái megközelítőleg köralakúak, azonban képtelen volt e szabályszerűséget megmagyarázni. Azért rendszerét, hogy a valóságnak megfelelően, lényegesen módosítani kellett. Másrészt azonban nehéz Laplace azon megjegyzését megérteni, hogy Buffon nem lett volna képes az üstökösök rendkívül excentrikus pályáit megmagyarázni. Hiszen Buffon nem is hitte azt (amit később Kant), hogy az üstökösök a naprendszerhez tartoznak. Laplace-szal megegyezően azt vette fel, hogy azok a külső térből vándoroltak be. Így körülmények között pályáik csak excentrikusak lehettek, amint Laplace azt be is bizonyította. Ezzel a kérdéssel Buffon nem foglalkozott behatóbban. Ezt tökéletlen-

ségnek, vagy mulasztásnak tekinthetjük, de semmiképen sem hibának. Ezek után Kant művére térünk át, mely Buffon művénél tizenkét évvel később jelent meg, s amelyet Buffon inspirált; amint látni fogjuk, nem állja ki a versenyt Buffon munkájával.

Kant harmincegy éves fiatalember volt akkor és még nem kezdte meg fényes filozófiai pályáját, amidőn 1759-ben «Naturgeschichte u. Theorie des Himmels» című művét kiadta, amelyben az említett problémákat Newton törvényeinek alkalmazásával tárgyalta. Az ő kozmikus tere üres volt és a bolygókat azon keresztül semmiféle Descartes értelmében vett örvény el nem ragadhatta. Ha azonban a bolygók már egyszer mozgásba hozattak, nem volt szükség az üres térben további hajtóerőre. Mért ne vehessük fel, hogy az örvény-rendszer, amely a bolygóknak pályáikon való mozgását megindította, egyszer létezett és azután eltűnt? Ez volt Kant szerencsés gondolatmenete, amely némileg Anaximandroszra emlékeztet.

«Fölveszem tehát», mondja Kant, «hogyan kezdtenek el minden anyag, amely most a napban, a bolygóknak és az üstökösökben van, azon térben terjedni ki, amelyben e testek most keringenek.» Ezen portömög középpontja felé irányult a részek vonzása, ahol most a nap áll. Az anyagi részek e tömeg középpontja felé kezdenek esni. Kant ezen részeket szilárdaknak vagy cseppfolyósaknak képzelte, mivel megjegyzi, hogy a legnagyobb fajsúlyú részecskének volt a legnagyobb valószínűségük arra nézve, hogy a kialakuló napra essenek. Néha

megtörténik, hogy egymáshoz ütődnek és oldalra dobhatnak. Így módon zárt pályákon való mozgások — Kant köralakú pályákról beszél — keletkeznek a középpont körül. Az ezen pályákon mozgó testek újra és újra összeütköznek, míg végre az ismételt összeütközések oly csoportosulást létesítenek, hogy a testek mind köralakú pályákon, ugyanazon irányban mozognak a középpont körül. A testek azon része, mely a középpont felé esik, szintén ugyanazon mozgást veszi fel és ezáltal a napot is saját tengelye körül ugyanoly irányú forgásba hozza.

Mivel az anyag a középpont körül eredetileg egyformán volt elosztva, mért kell, hogy a végső mozgás jobbról balra tartó legyen, és mért ne lehetne az ép úgy balról jobbra irányuló? Arisztotelesz azt hitte, hogy az utóbbi mozgásirány, amelyet a föld körül keringő égitesteknél feltételezett, előkelőbb, méltóbb az istenekhez. Kant szerint az egyik irány legyőzi a másikat. Ez csak akkor volna helyes, ha az anyagi részecskéknek kezdettől fogva bizonyos irányú, adott pont körüli forgásuk lett volna, amint azt Descartes fölvette. Mivel Kant ezt a hipotézist nem állítja fel, azért az ő fejtegetése alapján nem képzelhető el egy határozott forgási irány kialakulása. Különös, hogy Herbert Spencer, a nagy filozófus, száz évvel később ugyanazon hibába esett.

Kant továbbá azt hitte, hogy a már forgásban lévő anyag súlyosabb részecskéi nagyobb valószínűséggel bírnak arra nézve, hogy a középpontba hatoljanak, még mielőtt a körmozgást felvették volna. Ez okból a naphoz

legközelebb eső bolygóknak a legsűrűbbeknek kell lenniök, amint ezt már Szvedenborg és Buffon állították; ez pedig nem áll. Kant azt is állította, hogy a középponti test fajsúlya kisebb, mint a legközelebbi, körülötte keringő testé. Azonban a hold fajsúlya kisebb, mint a földé. Kant az ellenkezőjét hitte.

Kant szerint a nap körül forgó meteorgyűrűk között sűrűbb részeknek kellett lenniök és ezek körül koncentrálódott mindinkább az illető gyűrű anyaga; ily módon támadnak a bolygók és az üstökösök. Ha e részek a gyűrűkben teljesen arányosan lettek volna elosztva, akkor a bolygók teljesen köralakú pályákon mozognának, mivel valamennyi ugyanazon síkban fekszik. Kant szerint a bolygópályáknak a köralaktól való eltérése, valamint a nap-pályához való hajlása egy kezdettől fogva fellépő szimmetria-hiányból magyarázható. Értelmetlen azonban, hogy létezhetett szimmetria-hiány kezdettől fogva, holott feltételezte, hogy az anyag a fejlődő nap körül, mint középpont körül, arányosan volt elosztva. Máshol azt mondja, hogy minél kisebb a nehézségi erő intenzitása, vagyis minél nagyobb a bolygónak a naptól való távolsága, annál nagyobb-nak kell lennie a bolygópálya excentricitásának. Ez, miként Kant állítja, áll is a Szaturnuszra, a Jupiterre, a Földre és a Vénuszra. Nem említi azonban a Merkurt és a Marszot, melyek a kis bolygókat nem tekintve, a legnagyobb excentricitásúak, és azért nem is illenek rendszerébe. Kant, épúgy mint Descartes, az üstökösöket a Szaturnuszon ki-

vülieknek tekinti; ez magyarázná meg nagy excentricitásukat is.

Ezen vélemény helytelenségét már bebizonyította Newton és Halley. Kant szerint az üstökösök fajsúlya kisebb, mint a Szaturnuszé, ami az üstökösök magvát illetőleg valószínűleg helytelen.

Amint látjuk Kant kozmogóniája számos, a tényleges viszonyoknak meg nem felelő adaton alapul. Ezen tényt tovább is illusztrálni érdektelen volna. Fontosabb annak a felemlítése, hogy Faye bebizonyította, hogy a Kant fölvette módon, egy gyűrű összehúzódásából keletkezett bolygó forgási iránya ellenkezője volna a nap forgási irányának és a Kant idejében ismert bolygók forgási irányának.

Sajátságos, hogy Kant a Szaturnusz-gyűrűk keletkezésének oly magyarázatát adja, amely kissé megegyezik Laplacenak a bolygórendszer képződésére vonatkozó magyarázatával. Abból a feltevésből indul ki, hogy a Szaturnusz egész tömege eredetileg igen nagy terjedelmű lehetett, és hogy tengelye körül forgott. Midőn összehúzódni kezdett, egyes részecskék nagyobb gyorsaságra tettek szert, semhogy vissza eshettek volna a felületre. Kívül maradtak tehát és gyűrűalakú holdgyűjteményt alkottak. Azt hiszi, hogy a Szaturnusz holdjai is hasonló módon keletkeztek. Hogy a naprendszer fejlődésére nem vett fel hasonló, eredeti forgást, azt bizonyítja, mily kevésbé dolgozta ki gondolatát. Az állatövi fényben egy nap-körüli gyöngye gyűrűképződést lát. Kant magyarázatának egy másik gyöngye pontja, hogy azt

gondolta, hogy a gyűrű legbelsőbb részecskéi eredetileg a bolygó egyenlítőjén voltak, ahonnan a jelenlegi magasságra sebességük változása nélkül emelkedtek fel; oly eszme, amely határozottan ellentmondásban áll a nehézség törvényeivel. Azután a gyűrű forgási idejéből kiszámította a Szaturnusz egyenlítői sebességét, és a körforgás tartamát 6 óra 23 perc és 53 másodpercben állapítja meg. Ezen eredményre igen büszke volt, azt mondja: «az egész természetfilozófiában talán egyedül áll az ily meghatározás.» Tényleg azonban a Szaturnusz forgási időtartama 10 óra és 13 perc. Ezen összefüggésben megkísérelti Kant a vízözönt megmagyarázni, amely tárgy az akkori tudósok érdeklődését erősen lekötötte. Az égbolt alatt lévő vízről, amely Mózes első könyvében van megemlítve, Kant azt hiszi, hogy az talán némileg a Szaturnusz gyűrűjéhez hasonló földkörüli vízpára-tömeg volt. Ezen gyűrű a föld megvilágítására szolgált, és egyzersmind büntetésre, ha az emberek nem mutatkoznának méltóknak arra; az be is következett és ekkor a gyűrű hirtelen a földre szakadt és árvíz borította el a földet. Hasonló kísérletekkel, hogy a bibliai, vagy a klasszikus elbeszéléseket természettudományi alapon magyarázzák, mindig újra találkozunk ezen kor tudományos kutatásaiban.

Kant Wrightnak 1750-ben kifejtett eszméjét veszi át, amely szerint a tejút középsíkja bolygórendszerünk ekliptikájának felelne meg. Épúgy, mint ahogyan a nap körül mozgó bolygók nem távolodnak nagyon a nappálya

síkjától, úgy a csillagok is oly pályákon mozognának eszerint, amelyek kevésbé térnek el a tejút közép-síkjától. Ezen csillagok, amelyekhez a mi napunk is tartozik, egy közép-ponti test körül mozognának, amelynek helyzete ismeretlen, de lehetséges, hogy megfigyeléssel meghatározható. Wright e gondolatmenet minden fontos tételét ép oly világosan állította fel, mint Kant.

Végezetül, Kant a nap kihűléséről is nyilatkozott. Az akkor szokásos felfogással meg egyezően azt hitte, hogy a nap oly izzó égitest, amelyen levegő hiányában, valamint a kiégett hamú felhalmozódása folytán a lángok kialusznak.

Az égés tartama alatt a nap a legillanóbb és legfinomabb részecskéit elvesztette, amelyek poralakban összegyűltek és, szerinte, az állatövi fény székhelyét alkotják. Kant igen homályosan utal arra, hogy «a nap elpusztulásának törvénye az elszéledett részek újraegyesülésének csiráját foglalja magában, még ha az utóbbiak a kaoszba is elvegyülnek». Ezen és más nyilatkozatai szerint, amelyekre majd visszatérünk, Kant úgy látszik azt tételezi fel, hogy az anyag bizonyos fejlődési kört fut be, amennyiben felváltva napokká sűrűsödik, azután újra kaotikus rendezetlenségbe széled el (l. Demokritosz nézeteit).

Kant kozmogóniája az elméletek azon osztályába tartozik, amely a bolygórendszert a kozmikus porból, vagy kis meteoritek összegyűlemléséből származtatja. Ezen eszmét később Nordenskiöld és Lockyer újra felvették;

matematikailag Darwin György dolgozta ki. Utóbbi kimutatta, hogy oly kis testek sok tekintetben úgy viselkednek, mint egy gáztömeg.

Laplace ellenben, midőn a naprendszer fejlődésének mechanikai magyarázatát igyekszik adni «Système du Monde» című művének végén egy izzó gáztömeg feltételezéséből indul ki, amely kezdettől fogva (északról tekintve) jobbról balra irányuló forgásban volt a súlypontján áthaladó tengely körül. A két elmélet között lényeges különbség van, de ettől gyakran eltekintettek. Valószínű, hogy ez Zöllner a «ködfolt-hipotézis»-re vonatkozó megjegyzésének következménye, amelyben be akarja bizonyítani, hogy «ezen hipotézist nem Laplace állította fel, hanem Kant, Németország filozófusa».

Laplace fejtegetése a következőkben foglalható össze: «A nap ősállapotában, amint föl vesszük, a ködfoltokhoz hasonlított, melyeket nekünk a teleszkop (l. Herschel kutatását) észszetettnek mutat, és pedig egy többé-kevésbé világító magból állónak, mely körül a köd összesűrűsödött és ezáltal csillaggá változhatott át.» «A nap nem terjedhetett ki a végtelenségig, határai azon pontok által határozottak meg, határai azon pontok által határozatnak meg, amelyeknél a forgás által előidézett centrifugális erő egyenlő a nehézségi erővel.» A nap gáztömege lehülés folytán lassan összehúzódott. Kepler második törvénye szerint minden rész az időegység (másodperc) tartama alatt oly ívet ír le, amelynek hossza fordított arányban

áll a naptól mért távolsággal. Ebből következik, hogy a centrifugális erő az összehúzódásnál növekszik, és pedig a középponttól mért távolság harmadik hatványával fordított arányban. Ennek következtében az összehúzódásnál korongalakú, izzó gáztömeg válik le róla, amely a nap körül bolygó gyanánt kering. Laplace azután fölveszi, hogy ezen korong izzó gásgyűrűkre oszlott, amelyek mindegyike az egész koronghoz hasonlóan forgott, azután lehűlve, szilárd vagy folyékony gyűrűt alkotott.

Ez azonban fizikai szempontból lehetetlen. A lehűlés tartama alatt kis porszemek váltak volna le, amelyek a környező gázban lebegtek volna. Ezen részecskék nagyobb tömeggé egyesültek volna, amelyek a gázokat felületükön összesűrítették volna. Így porgyűrű keletkezne, oly módon, amint azt Kant a Szaturnusz körül képzelte; de ha ily gyűrű bolygóvá tömörülne, az a megfigyelt iránnyal ellenkező irányban mozogna. Különben Stockwell és Newcomb kimutatták, hogy ily nagy tömeggé való egyesülés nem lehetséges anélkül, hogy kis meteorok keletkeznének, aminők a Szaturnusz gyűrűjében tényleg keringenek is. Kirkwood szerint a Neptun-gyűrűnek bolygóvá való átalakulása nem kevesebb mint 120 millió évig tartott volna.

Továbbá az összes bolygópályáknak köralakúaknak kellene lenniök és ugyanazon síkban kellene feküdniök. Igaz, hogy Laplace erre azt mondja: «Érthető, hogy e nagy tömeg különböző részeinek különböző hőfoka és sűrűsége nagy eltéréseket eredményezett». Úgy látszik

azonban, hogy Laplace maga sem volt erről igen erősen meggyőződve, mert később megjegyzi, hogy az üstökösök (amelyek szerint nem tartoznak a bolygórendszerhez) közel jutottak a naphoz, összeütköztek a fejlődő bolygókkal, és úgy okozták az eltéréseket. Ismét üstökösök hatoltak a naprendszerbe, midőn a gáztömeg sűrűsödése majdnem be volt fejezve; ezek annyit vesztek sebességükből, hogy beleolvadtak a naprendszerbe, azonban ovális, a köralaktól erősen eltérő pályájukat megtartották.

Laplace hipotézise ellen tán azon ellenvetés a legkomolyabb, hogy az Uranusz és a Neptunusz holdjai más bolygók holdjaival ellentétes irányban mozognak. A Jupiter és a Szaturnusz legtávolabbi holdjai szintén retrográd irányban mozognak, míg e két bolygó belső mellékbolygói a szokott irányban keringenek.

Látjuk, hogy Laplacének sikerült Buffon hipotézisének egyik-másik nehézségét (a bolygópályáknak a körtől való kis eltérését) elkerülnie, ahelyett azonban más, nem kevésbé komoly nehézségekkel került szembe. Viszont Laplace eszméje kitűnő képet ad a Szaturnusz gyűrűjének keletkezésére nézve.

Laplace kiváló kortársa Herschel Vilmos (sz. Hannoverben 1737-ben, meghalt Slough-ban Windsor mellett 1822-ben) a ködfoltokat teleszkópjával tanulmányozta; ezek szerint fejlődési fokozatokat tüntetnek fel. Több ködfolt szétszórt, zöldes, foszforeszkáló fényű. Ezt tartotta a kezdetleges állapotnak. A színeképelemzés ezt megerősítette és bebizonyította, hogy

e fénylő tömegek gázakból, főleg hidrogénből, héliumból és egy egyébként ismeretlen anyagból, a nebuliumból állanak. Más ködfoltokban Herschel kissé sűrűsödő középponti magvat figyelt meg, ismét másokban világosan kivett csillagokat; végül voltak olyanok is, amelyekből a köd csaknem teljesen eltűnt, csillagesoportoknak adva helyet.

Ezen egyszerű, de nagyszabású megfigyelések jobban állták ki a bírálatot, mint Laplacenak nagyon csodált hipotézise. Az igazság kedvéért azonban el kell ismerni, hogy úgy látszik maga Laplace a hipotézisének, egyéb alkotásai között nem akart valami kiváló helyet biztosítani, mert ezt «Exposition du Monde» című klasszikus műve végén jegyzet alakjában közölte.

Ez azon nagy munka, amelyben naprendszerünk stabilitását vizsgálta meg. Következtetése a következő: «Bárminők is a bolygók tömegei, csupán azon körülményből kiindulva, hogy valamennyi ugyanazon irányban mozog, csaknem köralakú pályákon, melyeknek síkjai csak kevésbé hajlanak egymáshoz, sikerült bebizonyítanom, hogy pályáik szekuláris változásai periodikusak és szűk határok közt mozognak és hogy ennek folytán a bolygórendszer oly középhelyzet körül ingadozik, melytől csak kevésbé tér el.» Laplace továbbá azt is bebizonyította, hogy a nap hossza Kr. e. 729 óta a másodperc $\frac{1}{100}$ részével sem változott.

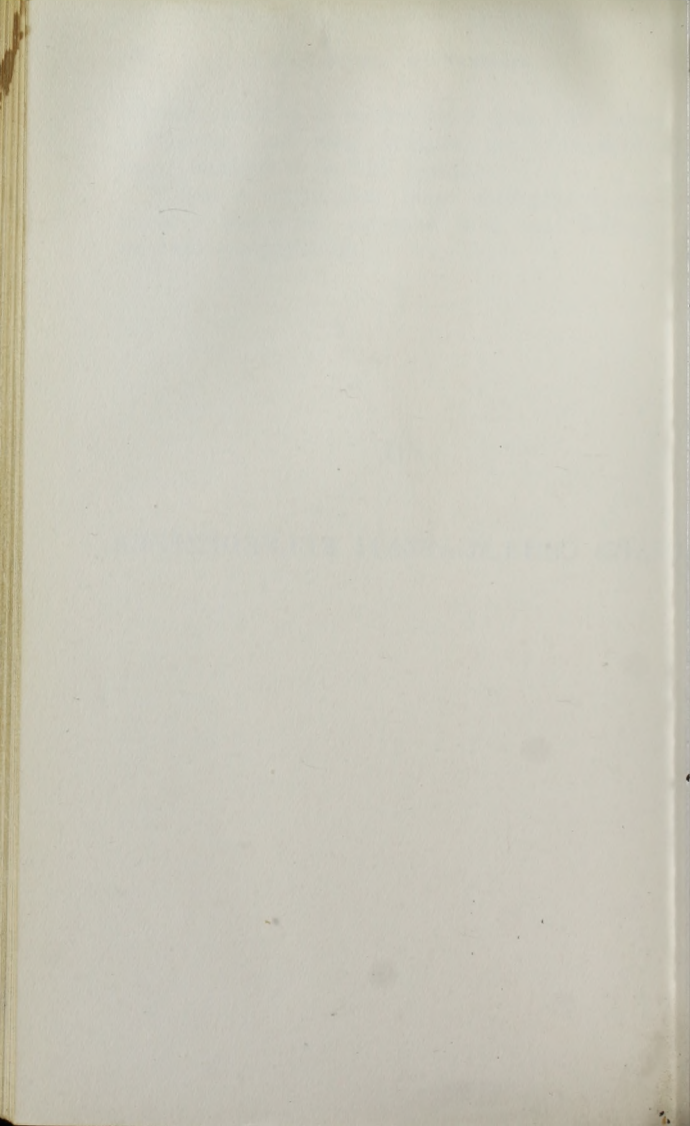
Ezzel Laplace, részben Lagrange támogatásával megerősítette Newtonnak naprendszerünk csodálatos stabilitására vonatkozó tanát. Úgy

látszott, mintha a naprendszer örök léte volna biztosítva, ami elég különös, ha föl vesszük, hogy kezdetének kellett lennie.

Ebben a tekintetben Kant felfogása kétségkívül a helyesebb, legalább is a mai felfogásunknak megfelelőbb.

VII.

UJABB CSILLAGÁSZATI FELFEDEZÉSEK.



Míg Laplace a fentiekben megbeszélt kutatásaiban naprendszerünkre szoritkozott és Szvedenborg, Wright, valamint Kant is a többi égitestről csak általános nézeteket ad, amelyek között Wrightnak azon véleménye, hogy a tejút csillagai, valamint napunk is, állandóan mozognak, a legjelentékenyebb, addig Herschel (1738—1822) kutatása területét az egész végtelen csillagvilágra terjesztette ki. Már Halleynek (1656—1742) sikerült azt kimutatnia, hogy több csillag az évszázadok folyamán, sőt már Tycho Brahe kora óta a tizenhatodik század végéig megváltoztatta helyzetét. Röviddel azután Bradley (1692—1762) egy addig elérhetetlen pontosságú csillagkatalógust dolgozott ki. Herschel, akinek e katalógus a csillagok helyzetváltozásának kutatásánál már rendelkezésére állott, azt találta, hogy ezen változások elég jelentékenyek. Azt is megfigyelte, hogy az ég némely részén a csillagok közeledni látszottak egymáshoz, míg az ellenkező ponton távolodni látszottak egymástól; ezen jelenséget a látószög változásával magyarázta, amely alatt a tárgyak megjelennek előttünk. Midőn közeledünk egy tárgyhöz, a szög nagyobbodik, mi-

dőn távolodunk tőle, kisebbedik. Ezen esetben a «tárgyak» a csillagokat összekötő vonalak. Ebből kiindulva Herschel meg tudta állapítani azon pontot, amely felé a nap és a hozzátartozó égitestek vándorolnak.

A csillagok ezen mozgását, amelyet Halley figyelt meg először, a csillagok «saját mozgásának» nevezik. Ezt rendszeren a csillagoknak az ég háttére felé való eltolódásával mérik, amely háttér rendkívül nagy távolságban lévő igen sok csillaggal van telehintve. Az ég háttérét alkotó csillagok mozgását rendkívül nagy távolságuk folytán nem lehet észrevenni.

Nagy felfedezéseket rendszeren kétellyel fogadnak. Nem kisebb ember, mint Bessel állította azt, hogy Herschel felfedezése kétséges. Viszont Argelander, aki a csillagok helyzetére és fényük intenzitására vonatkozó gondos méréseivel nagy érdemeket szerzett, Herschelt pártolta és véleményét a későbbi csillagászok megerősítették, akik közül különösen Kapteynt kell kiemelnünk. A következő gondolatok részben Kapteyntől erednek: A csillagképek idők multával lényegesen megváltoznak a csillagok saját mozgása folytán. A csillagok semmiképen sem mozognak párhuzamos pályákon, de nem is egyenlő sebességgel, mégis az ég egy-egy területén egy-egy túlnyomóan uralkodó irány vehető észre e mozgások különböző irányai között. Nevezzük ezeket «eredő irányoknak».

Ha most ezen «eredő irányokat» belerajzoljuk az ég glóbuszába, akkor azt vesszük észre, hogy a különböző irányvonalak a glóbusz egy

pontjából látszanak kisugározni, amely pontot «apex»-nek nevezzük; ez nyilvánvalóan az a pont, amely felé a nap közeledik, a csillagok ugyanis onnan minden irányban eltávolodni látszanak. Ez természetesen a csillagoknak csupán az imént említett «eredő irányú» mozgására áll, amely iránytól minden csillag saját mozgása folytán kisebb-nagyobb eltérést mutat. Abból azonban az is kitűnik, hogy a csillagok egymáshoz képest is változtatják helyzetüket és nem a nap az egyedüli csillag, amely előre halad. Kapteyn idevágó rajza oly szemléletes képet nyújt, amelyből kétségtelenül következik Herschel véleményének helyessége.

Wright azon állítását, hogy a tejút csillagai, mint a bolygók a naprendszerben, ugyanazon irányban mozognak, Schönfeld és Kapteyn vizsgálat alá vették. Semmiféle alapot sem találtak ily szabályszerűség feltételezésére. Viszont Kapteyn más szabályszerűséget figyelt meg. A csillagok saját mozgása két különböző csillagrai létezésére látszott utalni, amelyek közül az egyik az Orion csillagzat Xi csillaga felé, míg a másik ellenkező irányban mozog. Ezen törvényszerűség további vizsgálata valószínűleg új, érdekes magyarázatra fog vezetni.

Ezen jelenségek még érdekesebbé váltak azáltal, hogy sikerült több állócsillagnak a naptól való távolságát meghatározni, még pedig az égen leírt évi látszólagos mozgásaikból. Arisztarchosz és Kopernikusz szerint a föld a térben kering, azért kell, hogy az év valamely szakában közelebb álljon egy bizonyos csillag-

hoz, mint az év bármely más szakában. Eszerint joggal várhatnánk bizonyos időszakos változásokat, és remélhetnők, hogy némely csillagképet az év folyamán növekedni, majd ismét csökkenni fogunk látni.

Azonban ily változásokat megfigyelni nem sikerült, ezért már Arisztarchosz fölvette, hogy a csillagok oly távol vannak tőlünk, hogy a látószög változása észre nem vehető. Kopernikusz is osztotta e véleményt; de Tycho Brahe e változásokat annyira valószínűtleneknek tartotta, hogy ez nála egy okkal több volt arra, hogy a földet a térben mozdulatlanak és a világegyetem középpontjának tételezze fel. A csillagászok azonban fáradhatatlanul kutattak tovább ez irányban, míg végül Arago és Bessel csillagászoknak 1809-ben, illetőleg 1838-ban sikerült megállapítaniok a Hattyú csillagkép 61-es csillagán gyöngye előre-hátra tartó évi mozgást. Ezen mozgásból számították ki a csillag távolságát; az oly nagynak bizonyult, hogy a fénynek tíz év kell, míg e csillagról a naphoz jut; e távolság tehát tíz fényévet tesz ki. Egy fényév 9×10^{12} , vagyis körülbelül tízbillió kilométer, vagy a föld naptól való távolságának 63,000-szerese.

Más csillagok távolságát mindjobban tökéletesedő műszerekkel határozták meg. Az Alfa Centauri csillag áll legközelebb a naphoz, bár a kettő közötti távolság még mindig 4·3 fényévet tesz ki. Nyolc csillag, közöttük a Sziriusz, 10, vagy kevesebb fényévnyi távolban van. A mi földrészünk feletti csillagos ég-részleten a csillagok közti közép-távolság kissé több, mint

10 fényév. Huszonnyolc szomszédos csillagot ismerünk, melyek tőlünk való távolságai 20 fényévnél kisebbek, és 57 csillagot 30 fényévnél kisebb távolsággal. Arisztarchosznak és Kopernikusznak tehát igaza volt. Ezzel a legutolsó kételyt is elhárították, amelyet a földnek pályáján való mozgása ellen felhoztak. Ha már ismerjük a csillag saját mozgását, azaz a látószög változását és a csillag távolságát, akkor kiszámíthatjuk a valódi sebességet. Ezen módszerrel azonban a sebességnek jobban mondva csak azon összetevőjét nyerjük, amely a látóvonala merőleges. A következő sebességeket példaként közöljük: a Véga sebessége 10 km, az Alfa Centaurié 23, a Kapelláé 35, a Hattyú 60-nal jelzett csillagáé 61, az Arkturuszé 400 km másodpercenként.

Ha ismernők továbbá a csillagoknak a látóirányba eső sebességi összetevőjét, ki tudnók számítani az egész mozgását. A szinképelemzés, mely 1859 óta ismeretes és egészen átalakította a csillagászatot, valamint Doppler elve segítségével azt is meghatározhatjuk. Ezen sebességek az imént említett öt csillagnál rendre a következők: — 19, — 20, + 20, — 62, — 5 km másodpercenként. A plusz azt jelzi, hogy a csillag távolodik a naptól, a minusz, hogy közeledik feléje. E számok azt mutatják, hogy a csillagoknak nagy a sebességük, mivel a földé a pályáján körülbelül 30 km másodpercenként.

A csillagoknak a látóvonal irányába eső mozgásából könnyebben lehetett az ég azon pontját kiszámítani, amely felé a nap közeledik, mint a csillagok úgynevezett saját mozgásából.

Campbell egy ilyen számításánál azt találta, hogy a nap másodpercenként 20 km-nyi sebességgel közeledik oly pont felé, amely igen közel egybeesik a csillagok saját mozgásából kiszámított hellyel. Tehát tovább nem kételkedhetünk abban, hogy e jelenségeket helyesen magyarázták. Igen érdekes volna azt meghatározni, hogy a nap az égnek mindig ugyanazon pontja felé közeledik-e, azaz egyenes irányban mozog-e, vagy pedig görbül-e kissé pályája? A görbülés nagyságából meg tudnók azt határozni, hogy minő erők befolyásolják a napot pályájában. Ilyféle megfigyelésekre azonban még sokkal rövidebb idő állott rendelkezésünkre, semhogy ezen kérdésre ma felelhetnénk.

Az azonban bizonyos, hogy nem áll az, amit Kant és Wright hittek, hogy t. i. minden látható csillag ugyanazon középponti égitest körül mozog. Valójában mozgásaik teljesen szabálytalanoknak látszanak. Ezért tehát nem valószínű, hogy a nap kalandos útjaiban valamikor beleütközik egy más csillagba, vagy ködfoltba. A napnak százezerbillió évig kellene előrehaladnia, míg ugyanoly nagyságú és fényű csillaggal ütközhetne össze. De ezen zavartalan előrehaladási időköz nagyon megrövidülhet, mivel valószínűleg sokkal több kihűlt nap lebeg a térben, mint fénylő. A nap azonban igen könnyen belekerülhet valamely ködfoltba, aminő igen sok van az égen. Sok ködfolt óriási területet foglal el, holott a legfényesebb csillagok legnagyobb távcsöveinkben aránylag csupán pontoknak látszanak. Gyakran vetik fel

azon eszmét, hogy a napot útjában ily ködfolt fogja feltartani, és hogy az összeütközés következtében hőfoka az izzásig fog emelkedni. Így úgynevezett új csillaggá válna, amilyen volt az 1901-ben fellángolt Perzeusz. A következő fejtegetés kimutatja majd, hogy ez utóbbi következtetés nem lehet helyes. Laplace szerint a naprendszer tömege egykor ködfolt volt, amely lapos korong alakjában a Neptun pályájáig terjedt ki. Ha felvesszük, hogy e korong vastagsága átlag nem volt nagyobb, mint a mostani napátmérő tízszerese, akkor e ködfolt sűrűsége megközelítőleg 420 milliószorta kisebb volna, mint a napé. Ha a nap ily ködfoltba jutna, 28.3 km^* átlagos sebességgel, akkor egy év alatt áthatolna e gáztömegben, amelynek súlya nem lehet nagyobb, mint a nap súlyának kétmilliomod része. A nap gyorsasága megfelelően csökkenne, középhőmérséke pedig körülbelül 0.2° -al emelkedne. A hőemelkedés igen lassú volna, és nem eredményezne hirtelen föllángolást, aminő új csillagoknál tapasztalható. Valamely csillag ily kis fényváltozása alig vonná magára figyelmünket. A nagykitérésű ködök anyaga oly ritkának látszik, hogy aligha idézhetné elő az esetleg behatoló égitest fellángolását.

Fellobbanás csak akkor állana elő, ha a nap más csillaggal ütközne össze, vagy pedig, ha

* Ez az érték a valószínű eredője a Nap és a ködfolt relativ sebességének. Úgy a Nap, mint a ködfoltok környezetükhöz képest 20 km/sec. sebességgel mozognak.

a köd középső, összesűrűdött részeibe kerülne. Fénye akkor a mainak több száz-, vagy ezer-szeresére emelkedne és «új csillagnak» mutatkozna. Másrészt azonban a ködök a napok közötti összeütközéseket — úgy látszik — meggyorsíthatják. Ugyanis igen sok anyag gyűlik bennük össze, amely az ég minden részéből oda kerül: kis meteorok, üstökösök és mindek fölött kozmikus por. Ezen égi vándorok oly kis tömegűek, hogy fennakadnak a ködben, a ködszerű anyag összesűrűsödik körülöt-tük, és ily módon nagyobb testekké növeked-nek. Ennek következményekép az összehúzó-dás folytán kiss izzó csillagok válnak belő-lük. Ha most a nap útjában ilyen testekre akad, és azokkal összeütközik, akkor a sebes-sége csökken. A ködön való áthatolása még nehezebbé válna. A napok ilyen módon, ha hosszú időszakon keresztül hatalmas kiterje-désű ködtömegeken vándoroltak át, fennakad-hatnak a ködtömegben. Sokkal nagyobb an-nak a valószínűsége, hogy egy ködfoltba ke-rült nap összeütközik egy már ott előbb meg-akadt nappal, semmint annak, hogy a csak-nem üres térben két nap összeütközzék.

Mindezen oknál fogva lényegesen csökkentenünk kell a nap szabad térben való száguldá-sának időtartamát; az előbb kiszámított idő század része, tehát körülbelül 1000 billió év nem lesz túlsok. Nem szükséges kiemelnünk, hogy az ilyen becslések egész bizonytalanok, és hogy csak megközelítő képet akarunk adni ezzel az égitestek lehető élettartalmáról. A na-punkhoz hasonló tömegű két égitest összeütkö-

zéséből támadható valószínű következményeket «Világok keletkezése» című művemben kimerítően leírtam. Két óriási gázáramlat tör ki az egymásra rohanó napokból, és a határtalan térben mérhetlen messze elnyúló kettős spirálist alkot, amely a ködfoltok legjellemzőbb alakja. A kiáramló anyagok főleg a nehezen sűrítendő gázak, leginkább hélium és hidrogén, valamint könnyebben sűrűsödő kis részek, amelyek mind oly nagy sebességre tesznek szert a kitörésnél, hogy a középponti tömeg vonzási területétől el tudnak távolodni. Aztán elvesztik sebességüket és hosszú időn át csaknem változatlan helyzetben maradnak, anélkül, hogy spirális alakjukat változtatnák. A kisebb erővel kitaszított tömegek visszahullnak a kitörés helye felé; útközben találkoznak más, később kitaszított részekkel, főleg gázakkal. Végül az egész anyag egy középponti tömeg körül, amely (amint már Buffon felvette) a lökés következtében heves forgásba jut, messzire kiterjedő, szilárd és folyékony részekből áthatatott gázködöt alkot. Legbelül van egy erősen izzó középponti test, ennek a térfogata az ütközés után lényegesen nagyobbodott és fokozatosan átmegy a körülötte forgó gáztömegbe.

Ilyennek képzelte Laplace azon ködfoltot, amelyből a naprendszer keletkezett. Ha Laplace eszméit a későbbi megfigyelésekhez képest módosítjuk, akkor képet nyerhetünk arról, hogy kezdődhet újra egy naprendszer fejlődése a ködfoltból. Ezen felfogásban Buffon és Laplace nézetei némiképen összeolvadtak.

A legnagyobb a sebessége a fényes Arktu-

rusz csillagnak, amely körülbelül 400 km másodpercnyi sebességgel száguld tova. A naptól való távolsága 200 fényév, és kisugárzott fénye igen hasonlít napunk fényéhez. Ezért óriási tömegűnek kell lennie. Sőt kiszámították, hogy a napnál 50,000-szer nagyobb lehet. Elképzelhetjük az ilyen rendkívüli sebességű két óriás-nap összeütközésének következményeit. A kitaszított gáztömegek oly forgórendszerbe terülnének ki, amely valószínűleg határtalanul, minden irányban, majdnem ugyanazon síkban terjedne ki. Azt képzelhetnők, hogy a tejút ily módon keletkezett, ha nem merülne fel az a nehézség, hogy a rendszeren belül nem ismerünk középponti testet (l. lentebb Ritter véleményét). Ily óriási ködtömegben az évek milliói folyamán nagyszámú kis csillag gyűlhet össze, amelyek valószínűleg összeütköznek és új forgórendszereket alkotnak. Csaknem minden új csillag a tejút közelében merül fel, amelyben a csillagok összehasonlíthatatlanul sűrűbbek és gyakoriabbak, mint az ég más részében. Új csillagok kihülése után csak gáztömegeket látunk, aminő gáztömegek jelentékeny számban találhatók a tejút közelében. Ha a ködhalmazok a bevándorolt portömegeken összetömörülnek, csillagrajak keletkeznek, aminők szintén főleg arrafelé fordulnak elő. A spirális ködfoltok, a színeképükből ítélve, csillagrajak, amelyek oly távol vannak tőlünk, hogy nem vagyunk képesek bennük csillagokat megkülönböztetni. Ezek különösen az ég azon részein fordulnak elő, ahol aránylag legritkább a csillag, a tejút sarkainál,

vagyis tőle legtávolabb. Ott azonban sok van. Így pl. Wolf egyetlen lemezen, amelyre lefényképezte az egyik csillagképet, «Berenike haját», nem kevesebb, mint 1528 ködfoltot talált, amelyek legnagyobb része valószínűleg a spirális alakúak csoportjához tartozik.

A csillagok összetételének kiderítését főleg a szinképelemzésnek köszönhetjük. Úgy amint Herschel a ködfoltokat látszólagos fejlődési fokozatuk szerint osztályozta, a csillagokat is aszerint sorozták osztályokba, amelyek a legforróbb állapotban lévőekkel kezdődnek (amelyek fénylő színek vonalakat adnak és ennél fogva legközelebb állanak a gázszerű ködfoltokhoz, amelyekből valószínűleg keletkeztek) és a kihűlőfélben lévő sötétvörösekkel végződnek. Ezen fényes csillagok után következnek a sötét égitestek; ezek között az első csoportba tartoznak a szilárd kéregnélküliek, (ilyen valószínűleg a Jupiter is), aztán következnek azok, amelyeknek, mint a földnek is, kemény kérgük van.

A csillagokban leggyakrabban feltűnő elem a legforróbbakban a hélium; az utánuk következő hőfokú fehér csillagokban a hidrogén, azután a közép-hőfokú sárga csillagokban, amelyekhez napunk is tartozik, a kalcium, magnézium, vas és más fémek, végül a legkevésbé izzó vörös csillagokban szénvegyületek, közöttük a cián. Nem helyes az az állítás, hogy a csillagokban nem találtunk oly elemeket, amelyeket a földön nem ismerünk. Pickering például több csillag színekében oly vonalakat figyelt meg, melyeket semmiféle földi elem

színképével nem tudott azonosítani. Igaz, hogy ezen vonalakat nagyfokú valószínűséggel a hidrogénnek tulajdonították, de nem sikerült a hidrogént ilyen fajú sugárzásra indítani. A nap színképében is találtak még fel nem ismert vonalakat. Az aránylag nem rég óta ismert spektrumvonalak között legfontosabbak a hélium vonalai. Az úgynevezett koronium-vonal, amely a napatmoszféra külső részének, a «koronának» legjellemzőbb vonala, szintén még ismeretlen elem színképe. Azonban egészben véve a csillagok és a föld elemeinek színképei megegyeznek. Maxwell 1873-ban a következőket mondja: «A térben fényük segítségével és pedig kizárólag csak azáltal oly csillagokat fedezünk fel, amelyek oly távol vannak egymástól, hogy semmiféle anyag sem vándorolhatott át az egyiktől a másikhoz és ezen fény mégis azt mondja nekünk, hogy mindegyik csillag ugyanazon atómokból van felépítve aminőket a földön találunk.» Érdekes, hogy ugyanaz a nagy kutató még abban az évben meghatározta azon erőt amely az anyagot csillagról-csillagra viszi, a fény nyomását. Három évvel később Bartoli bebizonyította, hogy nemcsak a hő- és a fénysugarak hatnak nyomóerővel, hanem mindennemű sugárzási energia nyomást fejt ki. Azonban ezen új egyetemes erő kozmikus fontosságát nem vették tekintetbe, míg 1900-ban meg nem mutattam, hogy ennek segítségével sok, addig még érthetetlen jelenséget egyszerű módon meg lehet magyarázni.

A sugárzási nyomás következtében a nap légkörének összesűrűsödött kis csöppjei messzire eltávoznak a naptól és a térben oly sebességgel

haladnak, hogy elérik a fény sebességének néhány százalékát. Oly csillagok közelében, amelyeknek sugárzása fölülmulja a napét, a kisebb csöppök gyorsasága igen erősen megnövekedhet, ámbár a fény sebességét sohasem érheti el. Sőt úgy látszik, hogy nagy sebességük gyakori jelenség, mivel a legtöbb csillag fehér fényű, míg napunk fénye sárga és azért amazok erősebben sugárzanak. E végtelen időn át kidaszított kis részek segítségével a napok állandóan anyagot cserélnek. Ennek következtében a felépítés minden eredetileg létező különbsége kiegyenlítődhett. Ezen folyamatban, mint a természetben általában, a hidegebb testek, ez esetben a hidegebb csillagok a melegebbek rovására növekednek.

Nem valószínűtlen, amint azt a «Világok keletkezésé» című munkámban jeleztem, hogy a meteoritek, más világok e különös hirnökei, az ilyen a térbe kikerült cseppekből alakulnak ki. A meteoritek egészen sajátos felépítésükben és összetételükben lényegesen különböznek a földön ismert ásványoktól és kőzetektől, úgy a plutóiaiktól, amelyek a föld folyékony belsejének megmerevedése folytán keletkeztek, mint a neptuni eredetű kőzetektől, amelyek a víz hatása alatt tengerek fenekén jöttek létre. A meteoritek gyakran tartalmaznak üvegszerű részeket, melyekből arra lehet következtetni, hogy gyorsan hűltek le. Mások nagy kristályokat tartalmaznak, amelyek azt mutatják, hogy hőmérsékletük hosszú időn át egyenletes lehetett. Ugyanazon meteorit szomszédos részei feltűnő különbségeket mutatnak összetétel és felépítés

tekintetében, ami arra vall, hogy anyagának különböző eredetűnek kell lennie. Nem tartalmaznak vizet, sem hidrátokat (víztartalmú vegyületeket) és az egész természetes, mivel részecskéik a nap közelében jöttek létre, ahol a hidrogén és oxigén még nem egyesültek vízzé. Azonban szén és hidrogén vegyületeit tartalmazták, amelyek a gyöngye fényű csillagok és a napfoltok spektrumaiban gyakoriak, továbbá a földön könnyen bomló kloridokat, szulfidokat és foszfidokat, amelyek csupán oly légkörben támadhattak, amely víz- és oxigénmentes volt. Viszont hiányzanak azon ásványok, melyek a mi plutói eredetű kőzeteinkben általánosak, így a kvarc, ortoklász, savas plagioklázok, csillám, amfibol, leucit és nefelin, amelyek a föld belsőjéből jövő magma differenciálódása által jönnek létre.

Hogy ezen differenciálódás létrejöhessen, nagy megolvadt tömegekben való hosszú időtartamú diffúzió szükséges, tehát kis cseppekben nem jöhet létre. A meteoritek összes tulajdonságai, még a nagyon gyakori szemcsés felépítés is, melyet chondrikus felépítésnek neveznek, könnyen megmagyarázhatók a kis cseppekből való kialakulással. Hogy olykor nagy kristályok is előfordulnak bennük, az vagy valamely oldóanyag jelenlétén (szénoxid, a vas és nikkel számára) alapul, vagy azon, hogy a meteorit egy része hosszabb időn át nagy hőnek volt kitéve, amint az azon üstökösöknél előfordul, amelyek közel jutnak a naphoz. Schiapparelli klasszikus kutatásai e téren bebizonyított-

ták, hogy az üstökösök, különösen ha közel állanak a naphoz, meteorrajokká oszlanak fel.

Ezek a nap által kitaszított kis csöppek főleg a ködfoltok legkülsőbb részeinek kiterjedt gáztömegein gyűlnek össze, amelyek a gyakran elektromos kozmikus por hatására felvillannak. Ezen fény jellemző a ködfoltok sajátos gáz spektrumára. A ködfoltokban nagy hideg uralkodik, azért a csöppek gázaik egy részét, különösen a szénhidrogéneket és a szénoxidot a felületükön összesűritik és azáltal, ha összeütköznek, egymáshoz tapadnak. Ily módon a csöppek lassanként meteoritekké növekednek és folytatják útjukat a térben.

Ezek a sugárzási nyomás által kidobott részecskéken kívül, a napok gáztömegeik egy részét is kicserélik; e gáztömegek a napok összeütközésénél a térben mindenfelé kiterjednek. Azáltal is juthat anyag egyik naptól a másikra, hogy a ködfoltok külső részeinek gázmolekulái távoli napok átvett sugárzása folytán oly gyors mozgásba jutnak, hogy elválnak a ködfoltoktól és kirohannak a térbe. Ezért tehát Maxwell azon véleményét, hogy semmiféle anyag sem juthat egyik csillagból a másikba, tovább nem fogadhatjuk el.

Az utolsó húsz év alatt a hősugárzás törvényeire vonatkozó ismereteink rendkívül bővültek. Erre vonatkozólag Stefan és Wien felfedezései a legfontosabbak. Stefan törvénye azt mondja, hogy az a test, amely sugarakat sem vissza nem ver, se át nem bocsát, oly meleg mennyiséget sugároz ki, amely abszolút hőmér-

sékletének negyedik hatványával arányos (-273° C-tól mint nulla ponttól számítva). Wien törvénye azt mutatja meg, hogyan van valamely test teljes sugárzása különböző fajú hősugarakból összetéve a spektrum színeinek megfelelően. A szilárd kérgű bolygók és holdak hőmérséklete az első törvény segítségével kiszámítható. Ezt először Christiansen számította ki. Azon hőmennyiség ismeretes, melyet valamely égitest a naptól nyer. Ha kemény kérge van, csaknem ugyanannyi hőt sugároz ki a térbe mint a mennyit a naptól nyer, ezért hőmérséklete megközelítőleg állandó. Az említett sugárzási törvények segítségével tehát kiszámítható a hőmérséklet. A légkör nélküli bolygóknál és holdaknál, amilyen a Merkúr és a mi holdunk, ezen számítások helyes értékeket eredményeztek.

Ha a testeknek van légkörük, az a viszonyokat némely tekintetben megváltoztatja, amire már Fourier utalt a tizenkilencedik század kezdetén. Tény az, hogy a légkör a behatoló napsugarakat más, általában nagyobb mértékben engedi át, mint azon hősugarakat, amelyek sötét testek felületéről indulnak ki. Fontos szerep jut ebben a vízgőznek és a szénsavnak, amint azt már más alkalommal kifejtettem. A legtöbb geológus megegyezik abban, hogy a váltakozó geológiai koroknak, amelyekről az akkor élő szervezetek maradványai tanuskodnak, alapja főleg a levegő szénsavtartalmának változása volt, ez viszont az akkori vulkáni működés fokától függött.

Bolygórendszerünkre vonatkozó ismereteink

lényegesen gyarapodtak a föld abszolút súlyának meghatározásával, amiből könnyen ki lehetett számítani fajsúlyát. Ily méréseket először Cavendish végzett 1798-ban. Összehasonlította azon vonzást, amelyet egy 30 cm átmérőjű nagy golyó gyakorolt egy inga kis gömbjére, azzal a vonzó erővel, amelyet a kis gömbre a föld gyakorolt. Kiszámította, hogy a föld fajsúlya 5.45. Cavendish kísérletét azóta sok kutató megismételte és módosította; a végeredmény az, hogy a föld közepsűrűsége 5.52. Mivel a föld külső kérgének átlagos fajsúlya 2.6 körüli (a közönséges kőzetek fajsúlya), fel kell vennünk, hogy a föld belseje annál nehezebb. Mindamellétt fel kell tételeznünk, hogy a föld belseje 50 km mélységben már cseppfolyós, mivel a fúrt üregekben kilométerenkint 30 fokkal emelkedik a hőmérséklet. A földrengési hullámok terjedésének, valamint az inga lengésének megfigyelése megerősítik e feltevéssünket. Még mélyebben, 300 km körüli mélységben a föld egész magva valószínűleg gáznemű. Azonban a mélységben oly rendkívül nagy nyomásnak kell lennie, hogy a sűrűsége nézve keveset határoz, hogy vajjon szilárd, cseppfolyós, vagy légnemű halmazállapotban vannak-e az anyagok. Valóban döntő szerepe csak a hőfoknak van. Ha tehát a naphoz közelebb eső bolygók közepsűrűsége sokkal nagyobb, mint a távolabbaké, vagy mint magáé a napé, akkor annak valószínűleg az az oka, hogy a naphoz közelebb eső bolygóknak sokkal alacsonyabb a középhőmérséklete, viszont a távoli bolygóknak (a többivel ellentétben)

valószínűleg nincs szilárd kérge. A föld nagy közepsűrűsége arra mutat, hogy a magva nehéz fémeket tartalmaz. Különösen azon feltevésre van alapunk, hogy a vas a föld belsejének legfontosabb alkotórésze, épúgy, mint a napnak és a fémes meteoriteknek is.

Rómer, dán tudós, Cassini, híres párizsi csillagász asszisztense 1675-ben rendkívül fontos felfedezésre jutott; rájött, hogy meg lehet mérni a fény sebességét. Megfigyelte a Galilei által felfedezett Jupiter-holdakat. Ezen holdak elsötétülnek, ha a bolygó árnyékába lépnek, és ezen fogyatkozások igen pontosan megfigyelhetők. És mivel az égitestek forgási ideje változatlan, azért a fogyatkozások között eltelt időnek is állandónak kell lennie. Rómer megfigyelései nem erősítették meg e feltevést. Ha a föld a Jupiterhez legközelebbi helyzetébe jutna és mindkét bolygó állana, akkor a fogyatkozások pontosan ugyanazon időközökben ismétlődnének, mondjuk 1 nap és 18 óránként. Ha a föld a fogyatkozás után azonnal pályájának az előbbivel ellenkező helyére menne, akkor a legközelebbi fogyatkozás, amely megint 1 nap és 18 óra múlva következik be, annyival később vehető észre, amennyi idő kell ahhoz, hogy a fény befussa a földpálya átmérőjét. Ez átlagosan 997 másodperc. Rómer sokkal többnek találta ezt az időt, 1320 mp-nek. A föld azonban oly rövid idő alatt, 1 nap és 18 óra alatt, természetesen nem futja be pályája felét; amíg ezt megteszi, saját mozgása folytán 105 fogyatkozás következik be; a Jupiter mozgása következtében még 11 já-

rul hozzá. De az időkülönbség ugyanaz marad. Rőmer e megfigyeléséből, valamint a föld pályájának valószínű átmérőhosszából, a fény sebességét másodpercenként 313,000 km-re becsülte. Viszont, ha a földön megtudnók határozni a fény sebességét, akkor a fogyatkozások késéséből kitudnók számítani a föld pályájának tényleges átmérőjét. Ezt meg is tették. A legismertebb méréseket Fizeau, Foucault és Michelson végezték. Szerintük a fény sebessége az üres térben 300,000 km másodpercenként. Eszerint a földpálya sugara 149.5 millió km. Közvetlen csillagászati meghatározások is csaknem ugyanazon számot adták.

Laplace ideje óta két nagy bolygót fedeztek fel, az Uranuszt (1781-ben) és a Neptunuszt (1846-ban), továbbá sok kis bolygót, amelyek a Marsz és a Jupiter között keringenek (ilyen most körülbelül 600 ismeretes). A legelsőt közülök Piazzí fedezte fel 1801 január 1-én, a Cereszt. Mind balról jobbra kering, pályáik síkja különböző hajlású. A legnagyobb hajlásszögük 34.83° . Pályáik excentricitásai is igen különbözők, a maximum 0.383.

Különösen érdekesek a kettős csillagok. Nagy buzgalommal foglalkozott velük Herschel Vilmos, később Struve és legutóbb See. Több esetben sikerült meghatározni e csillagok mozgását közös súlypontjuk körül; így lehetővé vált, hogy pályájuk excentricitását kiszámítsuk. Legutóbb a csillagok színképének tanulmányozásával jutottak rá arra, hogy a csillagok nagy része előre és hátra mozog. Ebben az esetben is sikerült az excentricitásukat meg-

határozni. Ezek igen különböznek bolygóink pályáitól, amelyek csaknem köralakúak. A közvetlenül megfigyelt csillagpályák excentricitásai 0.13 és 0.82 között ingadoznak.*

Néhány kettőscsillagnál sikerült a két égitest tömegét is meghatározni. Ha napunk tömegét egységnek vesszük, akkor az Alfa Centauri két csillagának tömege 1 és 1, a Sziriuszé 2.2 és 1, a Prokioné 3.8 és 0.8, az Ofiuchusz 70-es csillagáé 1.4 és 0.34, a Pegázus 85-ös csillagáé 2.1 és 1.2. Látjuk ezen számokból, hogy e csillagok csaknem mind nagyobbak a napnál. A «spektroszkópikus kettős csillagok» megfigyelései hasonló eredményre vezettek. Több esetben a két csillag egyike oly gyenge fényű, hogy nem látható, ezért sötét kísérőnek nevezik. Az Algol aránylag kis tömegű és sajátságosan változó csillag, melyet néha részben elfed sötét kísérője. Az Algol átmérőjét 2.130,000 km-re becsülték, kísérőjét 1.700,000 km-re. Mindakettő tetemesen nagyobb a napnál, melynek átmérője 1.391,000 km. Mindamellett keringési idejük alapján kiszámított tömegük a nap tömegének csak 0.36, illetőleg 0.19 részének adódik. Fajsúlyuk a napénak csak 0.1 része. Egy másik változó csillag a Herkules Z csillaga, Hartwig megfigyelései szerint, két óriás-napból áll, amelyek egymás körül 45 millió km távolságban keringenek; átmérőjük 15, illetőleg 12 millió

* Excentricitás alatt értjük a gyújtópontnak az ellipszis középpontjától való távolságát viszonyítva a fél nagytengely hosszához.

km; tömegeik 174, illetőleg 94-szerre nagyobbak, mint a napé; fajsúlyuk 0.138 és 0.146. Különös, hogy a kisebb, sötét égitestnek majdnem oly kicsi a sűrűsége, mint a nagyobbak; de a nap és a nagyobb bolygók sűrűsége között is hasonló a viszony. A Pegázusz U-val jelzett kettős csillagának a középsűrűsége Myers szerint a nap sűrűségének mintegy 0.3 része. Roberts becslése szerint a Puppisz V nevű kettős csillagának tömege a napnak 348-szorosa, de sűrűsége a napénak csak egy ötvened része. Myers kiszámította, hogy a Lira Béta nevű változó csillaga is 30-szor nagyobb tömegű a napnál, de fajsúlya 1600-szor kisebb, mint a napé.

Ha ezen számítások még nemis egészen megbízhatók, mégis világosan bizonyítják, hogy a nap, tömegét tekintve, a kisebb csillagok közé tartozik, és hogy a sűrűség elég magas fokát érte el, tehát aránylag előrehaladt fejlődési stádiumban van. Hogy csak gyöngén világító csillag, azt akkor ismerték fel, amidőn a csillagok távolságát meg tudták határozni. Az Arkturusz és Beteigeuze távolságában nem is láthatnók szabad szemmel, és oly távolságban, amely az elsőrendű csillagoknak felel meg, napunk ötödrendűnek látszanék, ami azt jelenti, hogy a leggyöngébben látható csillagokhoz tartozna.

Hogy a napot ily aránylag jelentéktelen égitestnek tartják, annak az oka, hogy főleg a legfényesebb és a legnagyobb csillagokat tanulmányozták. Kapteyn igyekezett ezt kiegyenlíteni, amennyiben kiszámította, hogy

hány különböző fényességű csillag található — ahol a nap fénye az egység — egy a nap körül képzelt 560 fényévnyi sugárral bíró gömbben.

Az eredmény a következő:

1 csillag fénye több mint 10,000						
26	«	«	10,000 és 1000 között van			
1300	«	«	1000 « 100	«	«	
22,000	«	«	100 « 10	«	«	
140,000	«	«	10 « 1	«	«	
430,000	«	«	1 « 0.1	«	«	
650,000	«	«	0.1 « 0.01	«	«	

Ezen táblázat a csökkenő fényű csillagok igen nagy számbeli túlsúlyát mutatja. Ezért feltételezhetjük, hogy a sötét égitestek jóval felülmúlják a fényesek számát. De nem kell feltétlenül kisebb tömegűeknek lenniök, ám-bár azt tapasztaljuk, hogy a legfényesebb csillagok a legnagyobb térfogatúak, és nagy tömegűek, dacára annak, hogy sűrűségük magas hőmérsékletük folytán igen kicsi.

Azon körülményből, hogy a kettős csillagok pályái a bolygópályákkal ellentétben rendkívül excentrikusak, arra következtettek, hogy bolygórendszerünk nagy szabályszerűsége kivételes eset. Ez azonban egyáltalában nem szigorú bizonyíték. Az a ködfolthoz hasonló korong, amely két csillag összeütközésénél a középpontot elfoglaló test körül kiterjed, az egész tömegnek általában csak kis része. A legna-

gyobb rész a középponti testben marad. A kitesztított részek sebessége folytán a középponti testen kívüli anyag szétszóródik az űrben. A legnagyobb sebességű molekulák elszabadulnak, míg a forgó korong a világűrből átvett sugárzás által állandóan nagyobbodik. Ha most az űrből idegen test jut a forgó korongba, két eset lehetséges. Ha ezen testnek, pl. valamely üstökösnek a tömege a koronghoz viszonyítva kicsi, akkor az utóbbi kényszerítheti arra, hogy forgómozgását átvegye. Bolygó keletkezik, amely csaknem köralakú pályán mozog a korong síkjában. Ha azonban a behatoló test tömege a korongéhoz képest nagy, akkor ez mindamellett annyira csökkentheti a behatoló égitest sebességét, hogy a ködfolt középponti tömegét nem tudja újra elhagyni. A korong anyaga azonban csak kevésbé változtathatja meg a behatoló égitest pályáját, amely emiatt excentrikussá válik és a korong síkjához képest mindennemű hajlást vehet fel. Az utóbbi eset teljesen megfelel, Laplace szerint, az üstökösök magatartásának naprendszerünkben. Az előbbi esetet szemügyre véve, mivel az újonnan keletkezett bolygó aránylag kicsi, a lehűlés folytán gyorsan elveszti kis fényét és nem látható közvetlenül. Kis tömegénél fogva befolyása a középponti test mozgására csak igen csekély, és az általa előidézett mozgásváltozás sokkal jelentéktelenebb, semhogy abból a sötét kísérő jelenlétére következtetni lehetne. Ilyen eset valószínűleg gyakrabban fordul elő, mint az, hogy nagy égitestek kerülnek a rendszerbe, már azért is, mivel a kis égitestek,

pl. az üstökösök aránylag gyakoriak, «oly sokan vannak, mint hal a tengerben», mondja Kepler. A nagy égitestek legtöbbje képes lesz a ködfoltokon áthatolni, anélkül, hogy a térben való előrehaladásában akadályozva volna. Ilyféle eseteket azonban ritkán figyelhetünk meg. Ha a fejlődő kettős csillag rendszerébe valamely nagy égitest összetevő gyanánt belép, akkor a már esetleg ott lévő bolygók igen bonyolult pályákon fognak mozogni.

Wien törvényét a spektrum színeinek a hőmérséklettel való összefüggéséről a csillagok hőmérsékletének meghatározására is alkalmazták. Itt azonban igen szigorú kritikát kell gyakorolni, mert az általunk észrevett csillagfény nem a teljes sugárzása a csillagnak, hanem annak külső légkörében elnyelés folytán gyöngült.

Valamely csillag hőmérsékletét színeképvonalai erősségéből is meg lehet itélni. Némely vonal a gázok elnyelési színeképében emelkedő hőmérsékletnél intenzívvé válik, mások ismét megfelelően gyöngülnek. Hale és munkatársai Kaliforniában a Mount Wilsonon oly fémek színeképeit vizsgálták, amelyeket 110 volt feszültségű fényívben egy ízben 2, máskor 30 ampère-nyi erősségű árammal légneművé alakítottak át. Az utóbbi fényív természetesen melegebb volt és így meg tudták állapítani a színekép vonalainak a hőemelkedés által előidézett változását. Két színeképet összehasonlítva meg tudták határozni, hogy melyik tartozik a magasabb hőfokhoz és így például meg tudták állapítani, hogy egy csillagnak, vagy

napfoltnak fénye a napénál magasabb, vagy alacsonyabb hőfoknak felel-e meg? Hale azt találta, hogy a napfoltok fényét elnyelő gázak alacsonyabb hőmérsékletűek, mint azok, amelyek a napkorong fényét elnyelik. Ennek oka kétségtől a napfoltok körüli gázak nagyobb sűrűségében rejlik, ez azonban nem bizonyítja azt, hogy a napfoltfenék sugárzó területe alacsonyabb hőfokú, mint a fotoszferafelhőké, amelyek a napkorong fényét kisugározzák. Hale laboratóriumában összehasonlító tanulmányok alapján kimutatták, hogy az Arkturusz és a Beteigeuze szinképe csak annyiban különbözik a napétól, mint a napfoltoké. Ebből arra következtethetünk, hogy az ezen óriási csillagok fényét elnyelő gázoknak, különösen a Beteigeuzeben alacsonyabb a hőfokuk, mint a nap fotoszférája felett lévőknek. Azonban e csillagok sugárzó rétegeinek nem kell azért hidegebbeknek lenniök a napnál. Ellenkezőleg, valószínűnek látszik, hogy ezen esetekben a külső gázburok alacsonyabb hőfokának az elnyelő gáztömeg nagy sűrűsége az oka.

Az árapály, amint azt G. H. Darwin egyik klasszikus művében kifejti, nagy befolyást gyakorolt bolygórendszerünk fejlődésére. Darwin kimutatja, hogy a hold közvetlen azután, hogy elválott a földtől, valószínűleg igen kis távolságban keringett körülötte, és hogy ennek az egész rendszernek forgási időtartama nem egészen négy óra volt. Az árapály hatása folytán, amelynek ereje ily körülmények közt rendkívül nagy volt, a föld tengelykörüli forgási ideje mindinkább na-

gyobbodott és az elveszett forgási energia részben arra fordítottatott, hogy a holdat lassan jelen helyzetébe vigye. Hasonló árapály-hatást gyakorolt a nap is a fejlődés első stádiumában lévő bolygókra, amikor azoknak még nagy átmérőjük volt, mert e hatás erőssége arányos az átmérő harmadik hatványával.

Ezáltal csökkent úgy a nap, mint a bolygók forgási sebessége, és az utóbbiaknak a naptól való távolsága megváltozott. Darwin azon sajátságos körülményt, hogy a Marsz egyik holdjának, a Fobosznak keringési ideje rövidebb, mint a Marsz tengelyforgási ideje, azal magyarázza, hogy eredetileg a Marsz periódusának a Fobosznál rövidebbnek kellett lennie. A nap által előidézett árapály azonban meghosszabbította a Marsz tengelyforgásának idejét, úgy, hogy az most 24 óra és 37 perc, tehát jóval hosszabb, mint a Fobosz keringési ideje, amely csak 7 óra és 39 perc.

Hasonló eset forog fenn a Szaturnusz gyűrűjénél. A gyűrű legbelsőbb portömegeinek forgási tartama 5—6 óra, míg magáé a bolygóé $10\frac{1}{4}$ óra. Azonban tekintettel arra, hogy a Szaturnusz igen távol van a naptól, általános az a felfogás, hogy nem lehet itt oly magyarázatot elfogadni, mint a Marsznál. De nem lehetetlen, hogy a Szaturnusz gyűrűjének legbelsőbb része közeledett a bolygójához, és ezáltal növekedett forgási sebessége. Ilyesmi beállhatott a gyűrű anyagának és a bolygó légköre egy részének surlódása folytán, amint arra már Laplace utalt.

Amint fentebb láttuk, Laplace hipotézisével

szemben az a nehézség merül fel, hogy szerte épúgy, mint Kant szerint, a bolygók forgási irányának a napéval ellenkezőnek kellene lennie. Azaz a bolygóknak szerintük retrográd mozgásuaknak kellene lenniök. Pickering felteszi, hogy kezdetben minden bolygó valóban retrográd mozgással indult ki, amit azonban a bolygók a nap árapály-hatása folytán elvesztettek, úgy hogy végül állandóan ugyanazon oldalukkal fordultak a nap felé, azaz normális irányú tengely-körüli forgást vettek fel, amelynek tartama a nap körüli keringési idejükkel megegyezett. Az ezután bekövetkezett összehúzódás folytán tengelykörüli forgásuk gyorsabbodott. A két legszélsőbb bolygó azonban, az Uranusz és a Neptunusz oly távol vannak, hogy a nap összehúzódásuk idején nem gyakorolt rájuk nagyobb árapályt előidéző befolyást. Mivel tömegük a legközelebbi bolygó, a Szaturnusz tömegének csak egy hatoda, sokkal gyorsabban kellett lehűlniök. Ezen bolygók eltérnek tehát az általános törvénytől. Ami a Szaturnuszt illeti, az első kilenc holdja normális irányban forog; a kilencedik, a Japetusz 3·5 millió km-nyi távolban van tőle. A tizedik ellenben, a Pickering által felfedezett Főbe, amely 3·5-szer távolabb áll, retrográd irányban forog. Pickering azt hiszi, hogy ez akkor keletkezett, midőn a Szaturnusz maga is még retrográd irányban forgott. Nagy excentricitása folytán (0·22) valószínűbb, hogy a bolygó-rendszer üstökösének felel meg, és a Szaturnusz vonzó-körébe csak akkor jutott, amidőn ezen táj ködanyaga már igen meggyérült.

A legszélsőbb Jupiter-hold is (a nyolcadik) retrográd. Minden belső bolygó holdja a szabályos irányban forog.

Az ezen részben tárgyalt felfedezések legtöbbje oly égitestre vonatkozik, amely naprendszerünkön kívül áll. Csak erős teleszkópokkal, és különösen a spektroszkóp (1859 óta) segítségével sikerült ezen távoli képződmények tulajdonságaiba mélyebb betekintést nyernünk. Mégis Demokritosz már négyszáz évvel időszámításunk előtt tanította azt, hogy a tejút csillagai hasonlítanak napunkhoz; Giordano Bruno az újkor elején oly bolygókról álmodozott, amelyek napjai állócsillagok, amelyek körül keringenek. Azon meggyőződés vezette őket, ami a természettudóst minden kutatásában kíséri, hogy a részben ismeretlen lényegileg hasonlít a közelebbiről ismerthez, ahhoz, amit behatóan megvizsgáltunk. Demokritosz és Bruno állításait igazolta a tapasztalat, és azt is, hogy ezen természettudományi alapelv általában helyes eredményekre vezet. A csillagok hasonlítanak a naphoz, csak hogy egyesek kisebbek, mások nagyobbak, egyesek hidegebbek, mások melegebbek, mint a mi nagy, világító csillagunk.

Herschel azt találta, hogy több általa megvizsgált ködfolt fény és kiterjedés tekintetében igen különbözik a naptól. A színeképelemzés azt megerősítette. Azon ködfoltok oly messze terjedő, ritkult gáztömegekből állanak, aminővel naprendszerünkben nem találkozunk. Azonban midőn ezeket más hasonló képződményekkel összehasonlította, a ködfoltok és na-

pok között átmeneti formákat fedezett fel, amiből arra következtetett, hogy e formák a világegyetem átalakulásában különböző fejlődési fokok.

Részben ezen alapra építette Laplace a naprendszer keletkezésére vonatkozó híres hipotézisét. Rendkívül gazdag megfigyelési anyagunk minden lényeges pontban megerősítette Herschel nézeteit, és egyidejűleg jelentékenyen tisztázta az égitestekre vonatkozó fogalmainkat.

Valószínű, hogy még most is csupán alapvonalait ismerjük a csillagvilág tudományának és azért Demokritosz, Bruno, Herschel és Laplace nyomán fel kell tételeznünk, hogy a még át nem kutatott tér lényegileg hasonló ahhoz, amelynek átkutatása a tökéletesített műszerekkel már részben sikerült. A legnagyobb fokban valószínű, hogy a jövő mélyebb belátásával lényeges dolgokban nem fog tőlünk eltérni, de új és merész gondolatrendszereket tesz majd lehetővé, aminőkről a mai nemzedék nem is álmodik. Ismereteink így állandóan tökéletesednek, felfogásunk a megelőző nemzedékek tudósainak kutatásai alapján logikusan fejlődik tovább. A felületes szemlélőnek gyakran úgy látszik, mintha az egyik gondolatrendszer megdöntené a másikat; és gyakran halljuk olyanoktól, akik a természetkutatástól távol állnak, hogy minden biztos ismeret szerzésére fordított igyekezetünk hiábavaló. Aki azonban a fejlődés menetét gondosabban követi, nagy meglepéssel fogja tapasztalni, hogy tudásunk, erőteljes fához hasonlóan, jelentéktelen magból nő ki, és mindig fel fogja ismerni

ugyanazon fa további növekedését és fejlődését, ámbár minden része és különösen külső lombozata állandóan megújul. A vezéreszmék a megváltozott körülmények dacára évszázadokon és évezredekken át változatlanul megmaradtak.

VIII.

AZ ENERGIA FOGALMA
A KOZMOGÓNIÁBAN.

111

THE HISTORY OF THE
CITY OF LONDON

Midőn Laplace a naprendszer stabilitására vonatkozó klasszikus művét megelégedve befejezte, azon reményének adott kifejezést, hogy a nap bolygóinkra végtelen időn át fog éltető fényt árasztani. A naprendszeren belül a viszonyok csaknem változatlanok maradnának eszerint. A nagy csillagász nem érezte szükségét annak, hogy a nap erős sugárzásának állandóságát megokolja, amint nála talán még nagyobb kortársa, Herschel sem.

Hogy azonban a nap melegének és a csillagok fényének oka a kutatásra érdemes, az nem került el Anaxagorasz figyelmét, aki azt hitte, hogy a csillagok az éterrel való surlódás következtében tüzesedtek meg. Leibnitz és Kant szerint a nap melegét égés tartja fenn; a meleg problémájának ugyanazon magyarázata található Buffonnak azon nevezetes számításaiban, melyek a bolygóknak izzó állapotból való lehűlése időtartamára vonatkoznak. Laplace is azt tételezte fel, hogy az anyag, amelyből a bolygók keletkeztek, eleinte izzó volt, és azután hűlt le.

Azonban az ily elmélkedésekre biztos alapot csak a múlt század közepén találtak, mi-

dőn a mechanikai hőelmélet diadalmas pályafutására indult a természettudomány különböző területein. A mechanikai hőelmélet szerint az energia épűgy elpusztíthatatlan, mint az anyag, amelynek mennyiségét hallgatagon változatlannak tartotta mindenki, aki kozmikus problémákról gondolkozott, ámbár ennek bizonyítását csak a tizennyolcadik század végén adta Lavoisier.

Ha tehát a nap éltető sugarait a végtelen térbe küldi ki, akkor valamely úton ki kell pótolnia az energiavesztéseget, vagy pedig gyorsan kihűl. Az utóbbi feltevés ellen állást foglalnak a geologusok, akik azt tartják, hogy a nap melege közel egy milliárd év óta körülbelül ugyanazon mértékben sugárzik a földre. Robert Julius Mayer kísérelte meg először, hogy energiaforrást keressen a bezuhanó meteorokban; Mayer ezen eszméjét Helmholtz tovább fejlesztette. Helmholtz nézetét, amely szerint a nap minden része lassan a középpont felé süllyed és ezáltal hő keletkezik, általánosan a probléma legjobb és legkielégítőbb megoldásának tekintették; de a legújabb geológiai kutatások megállapították, hogy ezen energiaforrás nem volna elegendő.

Abban a mértékben, amint jobban megismerték a testek, különösen a gázak magatartását a hőmérséklet és a nyomás változásainál, mind behatóbban kutatták az égítetek hőmérsékletének függését a térfogatváltozástól, valamint azon energiaváltozástól, melyet az elnyelt, vagy visszavert sugárzás idéz elő. A legjelentéke-

nyebb ilyenmű kutatás, amelyre most kitérünk, Rittertől ered.

Az égitestek hő és nehézségerő által okozott, tisztán fizikai változásainak ismeretéhez lényegesen hozzájárul, ha értékesítjük azon ismereteinket, amelyek a hőmérsékletnek és az égitestek alkatrészei közötti kémiai folyamatoknak összefüggésére vonatkoznak. Igen valószínű, hogy ezen kutatások segítségével biztos kivezető utat találunk azon nehézségekből, amelyeket Helmholtz hagyott ránk, amidőn csak a fizikai folyamatoknál felszabadult energiámennyiséget vette tekintetbe, míg a kémiai reakció sokkal nagyobb energia-forrásait mellőzte. Erről többet a következő fejezetben.

Mily messzire juthatunk, ha a nehézségi erő és az energia megmaradásának törvényeit fizikai folyamatokra alkalmazzuk, azt láthatjuk Ritter A. jelentékeny és terjedelmes kutatásaiból, melyek ezen két elven alapulnak és amelyek az általános gáztörvények érvényét is föltételezik, míg a hővezetést és hősugárzást csak mellékesen veszik tekintetbe. Nyolc évvel azelőtt, 1870-ben, hasonló kutatásokat végzett Lane. Később lord Kelvin, See, és különösen Emden (1907) járultak hozzá értékes tanulmányokkal e probléma megoldásához. Az utóbbi nagy matematikai művében foglalkozik e tárggyal, amely ezen irányú kutatások számára igen értékes lesz. Fizikai szempontból nem múlja felül Rittert. Ehelyütt a Ritter-féle kutatások főbb eredményeivel fogunk foglalkozni.

Ritter szerint azon gáztömegnek, amely követi az általa érvényesnek tartott törvényt, általában van külső határa, ahol a hőmérséklet az abszolút nulla fokra süllyed. Innen kezdve befelé emelkedik a hőmérséklet, amely olyan lesz minden pontban, aminő azon gáztömegé volna, amely a határtól az illető pontig esne. Könnyebb megérthetés végett szolgáljon példa gyanánt a föld légköre. Vegyük fel, hogy a föld felületén a hőmérséklet 16° (289 fok az abszolút nulla pont felett), aminő tényleg a földfelület átlagos hőmérséklete, akkor Ritter szerint a légkör magasságának 28.9 km-nek kell lennie. Mert ha egy kg víz egy km-nyi magasságból leesik, akkor hőfoka $1000/426 = 2.35^{\circ}$ C-szal emelkedik. Mivel a levegő fajhője 0.235 kg-kalória, azon melegmennyiség, mely egy kg víz hőfokát 0.235 fokkal emelné, egy kg levegőét egy egész fokkal emelné. Ebből az következik, hogy ha egy kg levegő egy km-re esik, 10 fokkal válik melegebbé.* Hogy tehát a levegő hőmérséklete 289 fokkal emelkedjék az abszolút null pont fölé, ahhoz 28.9 km-nyire kell esnie, és ez lenne légkörünk magassága.

Ha légkörünk hidrogénből állana, amelynek fajhője 3.42 , úgy a légkör 421 km magasságot érne el. A légkör magassága igen nagy volna akkor is, ha vízcseppeket tartalmazó telített vízgőzökből állana; mert hogy ily keverék hőmérsékletét egy fokkal emeljük, ahhoz nemcsak a gőzt kellene melegítenünk, hanem

* Mert $0.235 : 1 = 2.35 : x$, amiből $x = 10$.

még azon kívül annyi meleggel kellene el-
látnunk a keveréket, amennyi a víz párolgá-
sához szükséges. Tehát e keverék úgy visel-
kedik, mintha fajhője aránylag nagy volna.
Ritter kiszámítja, hogy a vízgőzből álló lég-
kör magassága 350 km körül lenne, ha a föld
felszínén a hőmérséklet 0° volna. Tudjuk, hogy
a levegő valóban tartalmaz némi vízgőzt és
felhőket; ez okból a 28.9 km-nyi magassághoz,
amelyet fentebb nyertünk, még mintegy két
km-t kell hozzáadnunk.

A végérték, amint Ritter maga is jelezte,
egyáltalában nem felel meg a szokásos, elfoga-
dott számoknak. A megfigyelések azt bizo-
nyítják, hogy a hulló csillagok gyakran a föld
színe felett 500 km magasságban lobbannak
fel; tehát kell, hogy még ott az égéshez és
a súrlódás folyamatához szükséges elegendő le-
vegő és oxigén legyen. Az elektromos kisülése-
ken alapuló északi fény ívének legmagasabb
pontja körülbelül 400 km magasságban lebeg. Az
utóbbi években a léghajókból eszközölt meg-
figyelések azt mutatják, hogy 10 km-nél kissé
magasabban a hőmérséklet csaknem állandó,
ahelyett, hogy mint az alsóbb rétegekben föl-
felé haladva, kilométerenkint 10 fokkal sü-
lyedne.* Ritter a számításaitól való eltérésnek
abban látja az okát, hogy igen nagy magas-
ságban a levegőt alkotó gázak felhőkké sűrű-

* Ezen ú. n. izotermális réteg az egyenlítő közelé-
ben több, mint 20 km magasságban fekszik, Kö-
zép-Európában 11–12 km, és a 70° szélesség alatt
8 km magasságban.

södnének, épúgy, mint a vízgőz az alsóbb rétegekben. A légréteg magassága ezért emelkedne oly tetemesen.

De ma már tudjuk, hogy az oxigén és nitrogén ezen sűrűsödése — 200° fölött nem lehetséges, tehát jóval nagyobb magasságban kellene beállnia, mint amit a léghajók eddig elértek, ahol bizonyos magasságon túl fölfelé haladva, a hősülyedés észrevehetetlen volt. Ezen jelenséget a meteorológusok különböző módon magyarázzák. Nekem az a véleményem, hogy ezen folyamathoz fontos szerepet játszik a hősugárzás és a hő elnyelése a levegő vízgőz és szénadtartalma, esetleg az ozon által is.

Ritter kiszámítja továbbá, hogy minő volna a föld középpontjának hőmérséklete, ha a földön keresztül fúrt széles légtárnát képzelünk. Nem felejtí el természetesen, hogy a nehézségi erő a mélységgel változik, úgy hogy a föld középpontjában nullával lesz egyenlő. Ezt tekintetbe véve kiszámítja, hogy e légtárna középpontjában a hőmérsékletnek mintegy 32,000 foknak kell lennie. A föld középpontjának hőfoka szerinte 100,000 fok körül van. Ebből megérthetjük, hogy a gázalakú égítetek belsőjében mért emelkedik a hőmérséklet. Amennyiben a föld 400 km mélységen túl valószínűleg gázalakú, Ritter számításainak ez esetben is van bizonyos alapjuk. A föld belsőjében lévő gázak fajhője azonban kétségkívül sokkal nagyobb, mint azon gázaké, amelyekkel Ritter foglalkozott. A föld középpontjának hőfoka ezért kisebb lesz, mint ahogy Ritter ki-

számította. Ha a vegyi folyamatoktól eltekinünk, Ritter becslését kevesebbre mint felére redukálhatjuk. Azon mélységben körülbelül három millió légköri nyomást tételeznek fel.

Most visszatérhetünk a napról való elmélkedésünkre. A nap külső rétegeiben a nehézségi erő körülbelül 274-szer nagyobb, mint a földön; ennek következtében befelé a hőmérséklete kilométerenként 274 fokkal emelkedne, ha a nap légköre levegőből állana.* Azonban e légkör főleg atomokká bomlott hidrogénből áll, míg földünkön a hidrogén molekuláris állapotban fordul elő, ahol minden molekula két atomból áll. Az egyatomú hidrogén fajhője az ottani hőmérsékleten 10 körül van, azaz 42.5-szer nagyobb, mint a fagypontra lévő levegőé. Ennélfogva a nap legmagasabb gázrétegeiben a hőmérséklet kilométerenként mintegy 6.5 fokkal változna.** Mivel a világító napfelhők hőfokát 7500 fokra becsülték, a fölöttük lévő nap-légkörnek körülbelül 1200 km-t kellene elérnie. Mindamellett e légkör nyomása Jewellnek az elnyelési vonalak helyzetére vonatkozó kutatása szerint csak öt vagy hat atmoszféra. A földön e nyomás 274-szer kisebb lenne, azaz körülbelül 0.20 atmoszféra. A világító napfelhők feletti gáztömeg tehát nem nagyobb, mint a 12 km fölötti légréteg

* Miután az előbbi számítások szerint földünkön a légköri hőmérséklet emelkedése km-enként 10° -ra volna tehető.

** $274 : 42.5 = 6.44$.

tömege, ahol már csak a legmagasabb bárányszerű felhők lebegnek.

Napfogyatkozások alkalmával meghatározták a napon lévő kromoszféra vastagságát, vagyis a világító napfelhők fölött lévő, a hidrogenre jellemző rózsaszínű gázréteget, amelyet 8000 km-nyinek találtak, holott ez az előbb említett értéknek*, több mint hatszorosa. Ugyanazon eredményhez jutunk tehát, mint a földet illetőleg, t. i. hogy a légkörnek sokkal magasabbnak kell lennie, mint ahogy az Ritter számításai szerint kiadódik.

Sőt helytelen annak a felvétele is, hogy a nap-atmoszféra legkülsőbb rétegeiben 0 fokra, vagy még alacsonyabba süllyedne a hőmérséklet. A sugárzás sokkal nagyobb ott, semhogy ily erős lehűlés előállhatna. A nap-atmoszféra ezen rétegeiben kétségkívül sok az összesűrűsödött rész; erre abból következtethetünk, hogy a nap fénye a peremétől kifelé gyöngül, midőn a fény a nap magasabb gázrétegein halad át. Ezen csöppeket a nap sugárzása melegíti, és magas hőmérsékletüket a környező gázoknak átadják. Ugyanaz a dolog áll itt, mint a föld atmoszférájában is; a nap sugárzását számos porrész nyeli el, miközben e részek 50 vagy 60 hőfokot vesznek föl, amit azután a körülöttük lévő gázokkal közölnek. Mindkét esetben a magasság növekedésével járó hősültyedés lassúbb, mint a hogy azt Ritter számította, és ezért a légkör többszörösen magasabb Ritter becslésénél.

* 1200 km-nek.

Térjünk vissza Ritter művéhez. Kiszámította, hogy egy gömbalakú, gázszerű ködfoltban hogyan kell változnia a mélységgel a hőmérsékletnek, a sűrűségnek és a nyomásnak. E számítások szerint, ha a nap atomokra oszlott hidrogénből állana, akkor középpontjában a hőmérséklet 25 millió fok volna, a nyomás 8·5 milliárd atmosféra és a fajsúly 8·5 lenne (a vize 1). Ha a nap jelenlegi sugarának tízszeresével ködfolttá bővülne ki, akkor középpontjának hőfoka 2·5 millió fokot tenne ki. Azonban a nap jelenlegi nagyságára való összehúzódás következtében a nehézségi erő 1-nek 100-hoz való arányában növekedne, és a kilométerre eső hőemelkedés is ennek megfelelően nagyobbodna. De mivel a sugár eredeti hosszának tized részére csökkent, a középpont hőmérséklete régi értékének száz tizedrésze lenne, vagyis tízszerre nagyobb volna, mint a ködfoltban. Ez a nap minden más pontjára is áll; az összehúzódás következtében beálló hőemelkedés tehát a nap sugarával fordított arányban áll. Viszont a nap gázai a roppant nyomás következtében valószínűleg nem követik az egyszerű gáztörvényeket, ezért a nap belsejének hőmérséklete nem oly magas, amint azt Ritter fölvette. Szerinte ha a nap gázállapotban lévő vasból állana, hőmérséklete 1·375 millió fokot érne el. A nap összehúzódása folytán előálló hőemelkedés erős hőelnyelő vegyi folyamatokat indít meg, amelyek viszont nagy mértékben csökkentik a hőmérsékletet. A nap

hőmérsékletének átlagát körülbelül 10 millió fokra becsülhetjük.*

Ha egy gáztömeg, mint az említett ködfolt, összehúzódik, hőmérséklete, mint mondtuk, növekszik; e hőemelkedésnél azon meleg nagy része fogy el, amely meleg Helmholtz felfogása szerint az összehúzódásnál szabaddá válik. Ha vegyi folyamatok nem fordulnának elő, akkor a fentemlített érték 81 százaléka melegezésre szolgálna, míg a kisugárzásra csak 19 százalék maradna. Ezen számításaiban Ritter kétatomú hidrogént vesz fel, H_2 -t; az egyatomú hidrogén 50 százaléket sugározna ki. Ebből az következik, hogy a nap nem tartathná meg tovább jelenlegi sugárzási energiáját, mint körülbelül 5 (illetőleg 12) millió évig. Azonkívül az elmúlt idők folyamán a nap kisugárzásának már tetemesen csökkennie kellett volna. Ritter jól tudta, hogy a geológusok szerint a földi élet tartamának sokkalta nagyobbak kell lennie; de ő, mint a legtöbb fizikus, annyira meg volt győződve arról, hogy a Helmholtz által föltételezett hőforrás a nap számára a legjelentékenyebb, hogy nem fektetett nagy súlyt a geológusok véleményére. A későbbi kutatások azonban még nagyobbították a geológusoknak a föld korára és a nap változatlan kisugárzására vonatkozó becsléseit. Van't Hoffnak kutatásai azon hőmérsékletre vonatkozólag, amely a különböző geológiai korok sólerakódásai idején ural-

* Ekholm még alacsonyabb értéket nyer, 5·4 millió fokot.

kodott, valamint az egyes korok korall-riffjeinek földrajzi elosztása azt bizonyítja, hogy a föld felületének hőmérséklete, tehát a nap sugárzási erőssége nem változhatott nagyon e régi korok óta.

Ez okból oly hőforrást kell keresni, amely nagyobb és kevésbé változó hőmennyiséget ad, mint aminő a nap összehúzódása által támad. Ily hőforrást ad kétségkívül a nap lassú kihülése alatt támadt vegyfolyamat. Mivel ezen folyamatok a nap-ködfolt összehúzódása idején ellenkező értelemben hatottak, ebből az következik, hogy a nap összehúzódása még gyorsabban történt, mint ahogy azt Ritter gondolta. Azon időtartam, amelyben a nap közvetlenül egy más nappal való összeütközése után egy messze kiterjedő ködfoltból összehúzódott, aligha tett ki egy millió évet, föltéve, hogy a kisugárzás mindig oly erős volt, mint most. Azon idő alatt, míg a nap még ködfolt-állapotban volt, kell, hogy a hőelnyelés segítségével ropant mennyiségű energiát gyűjtött légyen össze a külső sugárzó melegből. Ezen energia később, mikor a nap középhőmérséklete süllyedt, pótolta hőveszteségét. Ily módon a nap hőmérséklete, és ezzel kiterjedése és kisugárzása hosszú időszakon át csaknem állandó maradhatott. Ebből arra is következtetünk, hogy a ködfolt állapot tovább tarthatott, mint ahogy az Ritter számításaiból következnek.

Ritter kiterjesztette számításait azon esetre is, ha a földünkhöz hasonló, vagyis szilárd kérgű égitest fölött a légkör oly magas volna, hogy különböző magasságú helyeken a nehéz-

ségi erő számára különböző értéket kellene fölvennünk. Azt találta, hogy ha az égítést szilárd felületének hőmérséklete bizonyos értéket meghalad, akkor légkörének nincs határa, azaz a gázak eltávolodnak tőle. Számításait a hidrogénre vonatkozólag dolgozta ki és azt találta, hogy a hold csak úgy tarthatna meg egy hidrogénből álló légkört, ha hőmérséklete állandóan — 85° alatt volna. Azonban a hold hőmérséklete általában csaknem olyan, mint a földé, legmelegebb részeiben 150° -ot ér el; tehát nem lehet hidrogén-atmoszférája. Hasonló módon kimutatja Ritter, hogy a hold felületén nem lehet víz. Ugyanezen megokolás még nagyobb mértékben áll a holdnál sokkal kisebb aszteroidákra.

Ritter ezen vizsgálataiban számos követőre talált, akik közül Johnstone Stoney és G. H. Bryan a legkiválóbbak. Mindketten a molekulák mozgására vonatkozó mechanikai gáztörvényekből indultak ki. Stoney szerint a föld nem tarthat meg légkörében hidrogént, és ez az állítás valószínűleg helyes is. Azonban véleménye szerint a héliumnak is sokkal nagyobb a mozgási energiája, semhogy oly kis égítést, mint a föld, visszatarthatná. A számítás nem kedvez Stoney felfogásának. De azt elképzelhetjük, hogy a föld atmoszféráját már igen korai periódusában hagyta el a hélium, midőn a föld hőmérséklete még sokkal magasabb, és kiterjedése sokkal nagyobb volt, mint ma. Igen érdekesek Ritternek az összeütközés hatásaira irányuló kutatásai. Már Mayer kimutatta, hogy egy igen nagy távolságból, például a Neptu-

nusz távolságából a napba eső meteor, mely nulla kezdősebességgel indul el, a nap felületére érve 618 km-nyi sebességre tesz szert másodpercenként és azért a nap energiáját tömegének (a meteoré) minden grammja 45 millió kalóriával nagyobbítja. Két nap összeütközésénél roppant melegmennyiségnek kell felszabadulnia. Ez arra is szolgálhat, hogy az új égitestet kiterjessze. Ha két egyenlő nagyságú nap nulla kezdősebességgel végtelen távolságból egymásnak rohanna, az összeütközésnél támadó hő Ritter szerint elegendő volna ahhoz, hogy a két gáztömeg térfogatát az eredeti négyszeresére terjessze ki. Hogy a két összeütköző nap egész tömege a végtelen térben szétszóródjék, ahhoz szükséges volna, hogy mindegyikük másodpercenként 380 kilométernyi kezdősebességgel bírjon. Ily sebesség az állócsillagok számára általában igen nagynak látszik. Ezt a sebességet azonban a Kapteyn által felfedezett Columba csillagképbe tartozó nyolcadrendű kis csillag, úgy látszik, még meghaladja. Ezen csillag másodpercenként több mint 800 km sebességgel halad; az óriás nap, az Arkturusz 400 km-t tesz meg másodpercenként. E nagy sebességek igen ritka kivételek lehetnek. Ha a mi napunknál lineáris méreteiben százszorta nagyobb nap hasonló nagyságú gáztömbbel összeütközne, csak 38 kilométer másodpercenkénti kezdősebességre volna szüksége, hogy egész tömegét a végtelen térbe szórja szét, és hogy mint Ritter nevezi, «centrifugális» ködfoltot képezzen, mely a térben mindjobban kiterjedne. «A spirális ködfolto-

kat, amelyek keletkezését ferde irányú ütközéssel magyarázzuk, talán a centrifugális rendszerekhez sorolhatjuk.» Ezen égitesteknek tulajdonképen minden irányban határtalanul kellene kiterjedniök. Elképzelhető azonban, hogy ezen gázak mozgását gátolnák és végül meg is állítanák anyagi részek, amelyekkel találkoznának. Hasonló módon képződhetnek gyűrűalakú ködfoltok. Croll szerint két összeütköző nap számára másodpercenként 700 km-nél nagyobb sebességet kell föltételeznünk, hogy az illető nap melegének létrejöttét megmagyarázhassuk; Ritter szerint az nem szükséges. Emellett kiemelhetjük azt, hogy a napénál százszorosa nagyobb sugarú gázszerű ködfolt, melynek tömege a nap tömegével megegyező, anélkül, hogy más égitesttel összeütköznék, csupán a nap méretéig való összehúzódása által elég magas hőfokot érne el ahhoz, hogy mint fényes fehér csillag világítson.

Ha két összeütköző égitest sebessége a fenti érték alá süllyed, akkor centripetális rendszer keletkezik, vagyis oly gáztömeg, mely fokozatosan állócsillaggá húzódna össze. Ritter szerint lehetséges, hogy az ily csillag egy egyensúlyi helyzet körül periodikusan növekedne és összehúzódna; ily módon akarja a változó csillagok időszakos fényváltozásait megmagyarázni. Ezen lüktető mozgásokat azonban igen hamar meggátolná a kisugárzás; azonkívül ilyen csillagok fényerősségének változásai rendszeren nem oly szabályosak, mint ahogy azt Ritter számításai föltételezik. E tekintetben véleményét nem fogadták el általánosan.

Ritter továbbá azt hitte, hogy centrifugális rendszerekben kis csillagokként jelentkező sűrűsödések keletkezhetnek. Ily módon keletkezhetnek csillagrajak, és valóban van okunk föl-tételezni, hogy a spirális ködfoltok legnagyobb-részt ily csillagesoportokból állanak. Ritter végül azt a kérdést veti föl, hogy nem-e való-színű, hogy a tejút egy ily centrifugális rend-szerből eredő csillagesoport. Azt mondja, hogy a tejút rendszere abban az esetben nem alkot-hatná a közvetlen környezetében lévő anyag-nak főtömegét.

Oly nagy kezdősebesség elérésére ugyanis, amely egy centrifugális rendszernek összeüt-közésből való kialakulására szükséges, ahhoz sze-rinte kell, hogy a két összeütkező gáztömeg előbb még nagyobb tömegek vonzásának let-tek légyen kitéve, és hogy tovább is ezen erők hatásmezejében maradtak légyen.

Ritter így arra az eredményre jut, hogy centrifugális rendszerek csak ritka kivételpép keletkeznek kialudt csillagok összeütkezéséből t. i. akkor, ha e napok rendkívül nagy sebes-séggel mozognak. De semmisem állja útját azon föltevésnek, hogy a naprendszernek arány-lag kis töredéke centrifugális, míg a főtömeg centripetális rendszer. Ezen állapotot vettük föl fentebb normálisnak. A centrifugális rend-szer spirális ködfoltot képez a centripetális, mint középpont körül, és az utóbbi fokozato-san fejlődik ki oly módon, amint azt Laplace a bolygórendszerre alakuló ködfoltokról kép-zelte.

Ritter azt is kiszámította, hogy egy a na-

punkthoz hasonló állócsillag különböző fejlődési fokozatai mily időtartamot igényelnek. Négy ilyen periódust különböztet meg. Az első kor a köd állapot. A hőmérséklet aránylag alacsony, a csillag legelőször ködszínképet ad, azután vörös fényt bocsát ki. Több kutató, mint például Lockyer is, elméleti okokból helyeslik e nézetet, a megfigyelések azonban nem igazolják. A ködfoltok a hidrogén és a hélium világító vonalait mutatják. Azonban némely csillag is ugyanazon világító vonalakat adja, és azért kell, hogy a ködfoltokhoz közel álljon, de fényük nem vörös, hanem fehér. Úgy látszik tehát, mintha a Ritter által föltételezett átmeneti állapot ködfolt és fehér csillag között, tudni illik vörösfényű ködcsillag hiányoznék. De az is lehet, hogyha van is ily átmeneti állapot, az igen ritkán fordul elő. Ritter is ezen átmeneti állapotot elenyésző rövid tartamúnak tartja ahhoz az időhöz képest, amely a fehér csillagnak a vörösre való átmenethez szükséges. Vannak igen erős fényű vörös csillagok, aminő pl. a Betelgeuze, ennek a vörös fénye valószínűleg a légkörében, vagy a körülötte lévő por fényelnyeléséből ered. Az első korszak, mely a kisugárzás maximumáig ér, 16 millió évet tenne ki. Ezután a hőmérséklet emelkedik, míg eléri a maximumot, azonban nem emelkedik annyira, hogy egyidejűleg a kisugárzást is fokozza, mert a kisugárzó felület gyorsan kisebbedik. Ez a periódus aránylag rövid, csak 4 millió év körüli. A harmadik időszak, amely alatt a csillag fényének ereje folytonosan csök-

ken és hőmérséklete sülyed, 38 millió évig tartana. Végül az igen hosszú negyedik kor következne, a csillag fénynélküli, kialudt időszak. Mindezen számítások azon feltevésen alapulnak, hogy a nap melege csak összehúzódás által jön létre és azok azért lényegesen eltérhetnek a valóságtól, mivel valószínű, hogy nem az összehúzódás játssza a főszerepet, hanem a vegyi folyamatok a meleg főforrásai.

Ritter számításai azon eredményre vezettek, hogyha a nap már kialudt, akkor egy bolygóval való összeütközés nem keltheti újra életre. Kant költői álma tehát a naprendszer újjáéledéséről, melyet a napba eső bolygók idéznének elő, nehezen valósulhat meg. «Az el nem éghető és a már elégett anyag felhalmozódása», mondja az ünnepezt bölcselkedő, «és pedig a felületen lévő hamu, végül a levegő hiánya véget vet majd a napnak, lángjának el kell egyszer aludnia, és azt a helyet, amely világegyetemünk világosságának és életének középpontja volt, valamikor örök homály fogja takarni. Tűzének változó fellobbbanása, hogy elpusztulása előtt új üregek törésével újraéledjen, többször megújulhat; ez egyes állócsillagok föltünésének és eltűnésének magyarázatául szolgálhat.» «Nem kell azon csodálkoznunk, ha még isten művében is mulandóságot ismerünk meg. Minden véges dolog, amelynek kezdete vagy eredete van, magán viseli természetének bélyegét, el kell mulnia. Newton, aki isten tulajdonságainak művei tökéletessége folytán nagy bámulója volt, aki a természet nagyszerűségébe való legmélyebb belátással összekötötte az is-

teni mindenhatóság megnyilatkozása iránti legnagyobb tiszteletet, úgy látta, hogy a természet elmulását kell hirdetnie, mint a mozgás mechanikájából folyó természetes törekvést.» «Az örökkévalóság végtelen folyamatában kell egy végső időpontnak lennie, amidőn fokozatos csökkenés minden mozgást megszüntet.»

«Azonban egy világegyetem pusztulását nem kell igazi veszteségnek tekintenünk a természetben. Ezen veszteségért más helyen bő pótlás áll elő.» Kant ugyanis azt gondolta, hogy míg a napok a tejút középponti égiteste közelében kialusznak, addig a távoli kozmikus ködökben új napok keletkeznek, és a lakott világok száma így mindig növekednék. Kant nem tudott megbarátkozni azon gondolattal, hogy a nap és a bolygók a tejút középpontjában mindörökké holtan maradjanak. Ezt nem tartotta az észszerűséggel összeegyeztethetőnek. «Ha végül egy oly eszmét fejezünk ki, amely époly valószínűnek látszik, mint amennyire illő az isteni mű alkatához, akkor az a megelégedés, amelyet a természet változásainak képe idéz elő, a tetszés legmagasabb fokára emelkedik. Nem gondolhatjuk-e, hogy a természet, amely képes volt a kaoszából szabályszerű és alkalmas rendszerbe illeszkedni, az új kaoszából, ahová mozgásai csökkenése folytán sülyedt, ép oly könnyen képes megújulni és az előbbi kapcsolatot helyreállítani? Nem-e lehetséges a rugókat — melyek az elszórt anyagot rendezték és mozgását előidézték és amelyeket a gépezet megállása nyugalomba helyezett — újult

erővel megindítani? Nem kételkedhetünk ennek lehetőségében, ha meggondoljuk, hogy midőn a keringő mozgások végleg kimerülnek, a bolygók és az üstökösök mind beleesnek a napba, a nap tüze pedig oly sok és nagy rög hozzákeveredése folytán roppant megnövekszik, különösen azért, mivel naprendszerünk legtávolabbi gömbjei bebizonyított elméletünk alapján a természet legkönnyebb és leggyulékonyabb anyagát tartalmazzák.» A napban új, a tüzet tápláló anyag hozzájárulása folytán a legnagyobb fokú égési folyamat állna elő, amely Kant szerint elegendő volna ahhoz, hogy minden eredeti állapotába térjen vissza; ily módon új bolygórendszer keletkezhetne az új kaoszból. Ha ez már többször megismétlődött, akkor végül majd a nagyobb rendszer, amelynek a mienk csak töredéke, a tejút rendszere is hasonló módon megáll, hogy újra éledjen és az addig üres térbe új életet hozzon.

«Ha a természet e főnixét, — amely elégeti önmagát, hogy poraiból megifjodva föltámadjon, — végtelen téren és időn át követjük, a mindezt átgondoló szellemet ez a legmélyebb csodálatba ejti.»

A mechanikai hőelméletet még akkor nem ismerték, és Kant, aki homályosan sejtette, hogy a nap tüzeit égésnek (kémiai folyamat) kell fentartania, nem látta azon föltevés következetlenségét, hogy a kiégett anyag ismételt égés által újra meg újra új energiát tudjon teremteni. Igazságtalanság volna e szép költeményre a fizika mértékét alkalmazni, amelyben még Kant is felhagy szokásos írás-

modorával. Természettudományi kritikával tekintve Kant nagyszerű alkotása, amelyben a természet örökkévalósága iránti vágy igaz kifejezést nyer, semmivé törpül. Nem fizikai alapja, hanem rendszerének nagyszerűsége az, ami fölkelti csodálatunkat. Hogy tervének részleteit kidolgozza, nem adatott meg Kant számára.

Kant eszméjét csaknem változatlanul vette át Du Prel (1882) spiritiszta filozófus, aki azonban e tanoknak könnyebb alakot adott, és egyúttal tekintetbe vette csillagászati ismereteink roppant haladását, Kant naiv teleologikus felfogását pedig elkerülte. Szerinte is belesznek a kihűlt napba a bolygók és tüzet ezzel újra fölélesztik. «Nem tételezhetjük föl, hogy a csillagok tetemei jeges kísértetekként lebegjenek az űrben, míg csak újra nem egyesültek a középponti rendszerrel, mely végül az éter ellenállása folytán mozdulatlanává válna. Ellenkezőleg az ősködöt, amelyből a csillagcsoportok képződnek, inkább úgy tekinthetjük, mint egy csillagraj összes csillagainak egyesüléséből eredő képződményt, amelyben a csillagok mozgása fénné és hővé változva oly hőmérsékletet eredményezett, hogy az egész anyag újra köddé változott. Oly ciklus ez, mely bennünket ama «Kalpasz»-ra emlékeztet, amellyel a buddhisták az évmilliók miriádjáig tartó világperiódusokat jelezték, amelyeket a világegyetem pusztulása választ el egymástól.»

Közelebbi vizsgálat azonban Du Prel szerint arról győz meg, «hogy az egész világegyetemen ugyanazon időben nem szünetelhet az

élet; míg az egyik helyen kihal, máshol pompás alakban fog kivirúlni.» «Valamint Penelope kifejtette éjjel, amit nappal szorgos kézzel szőtt, úgy a természet is elpusztítja saját műveit, és nem tételezhetjük föl róla, hogy szövését befejezni igyekezze.»

«A pusztulás után minden csillagon újból megkezdődik a fejlődés, és földi belátásunk szempontjából tekintve a teljes feledés mély sötétje borítja mindazt, amit általában a kihalt csillagok történetének lehet nevezni. Sem más faj, sem valami magasabbra hivatott lények nem fognak egykor a föld örökébe lépni; s mindabból, amit emberek létesítettek semmi sem fog más lények kezébe jutni.» Du Prel Mädlerrel megegyezően a Plejádokat tekinti középponti rendszernek, amely körül kering a napunk. Ezen felfogást azonban A. F. Peters kutatásai ridegen megcáfolták.

«A világegyetemben így egymásmellett mutatkoznak az örökös átváltozás összes fázisai, amelyben a gravitációs mozgás hővé és a hő a térben való mozgássá alakul. Itt fényük tetőpontján ragyogó, lángoló világok raja, amott hervadó csillagesoportok, amelyekben a változó csillagok jelzik a pusztulás korát; az elsötétült napok utolsó erő kifejtéssel kísérlik meg, hogy a dermesztő halált elkerüljék. Míg az egyik rétegben élesen határolt ködgomolyban az első napok kezdenek csirázni, addig más helyen a finoman tagolt naprendszerek oszló gáztömegek gyanánt szétszóródnak az űrben. De a természet Sziszifusz munkája mindig újra kezdődik.»

Du Prel a ködfoltoknak bolygórendszerekké vagy csillagrajokká való fejlődésének elméletébe Darwin felfogását viszi bele. Bolygórendszerünk csodálatosan stabilis, mivel az egyes bolygók csaknem koncentrikus pályákon mozognak, úgy hogy nem fenyegeti őket összeütközés. Azok, amelyek pályája kevésbé előnyös helyzetű volt, összeütköztek egymással és vagy kedvezőbb pályájú égitestekké váltak, vagy végül a napba estek. Ily módon azon bolygók, amelyek pályái nem zárták ki az összeütközés lehetőségét, fokozatosan kiváltak, míg végül elértük a jelenlegi rendkívül célszerű rendszert, amelynek stabilitása oly csodálatos, hogy Newton szükségesnek tartotta egy eszes lény föltételezését, aki kezdettől fogva mindent elrendezett. Du Prel ezen gondolatmenete igen elfogadhatónak látszik. Ez azonban nem egyéb, mint Kantnak modern, igen szép és illő mezbe öltöztetett felfogása.

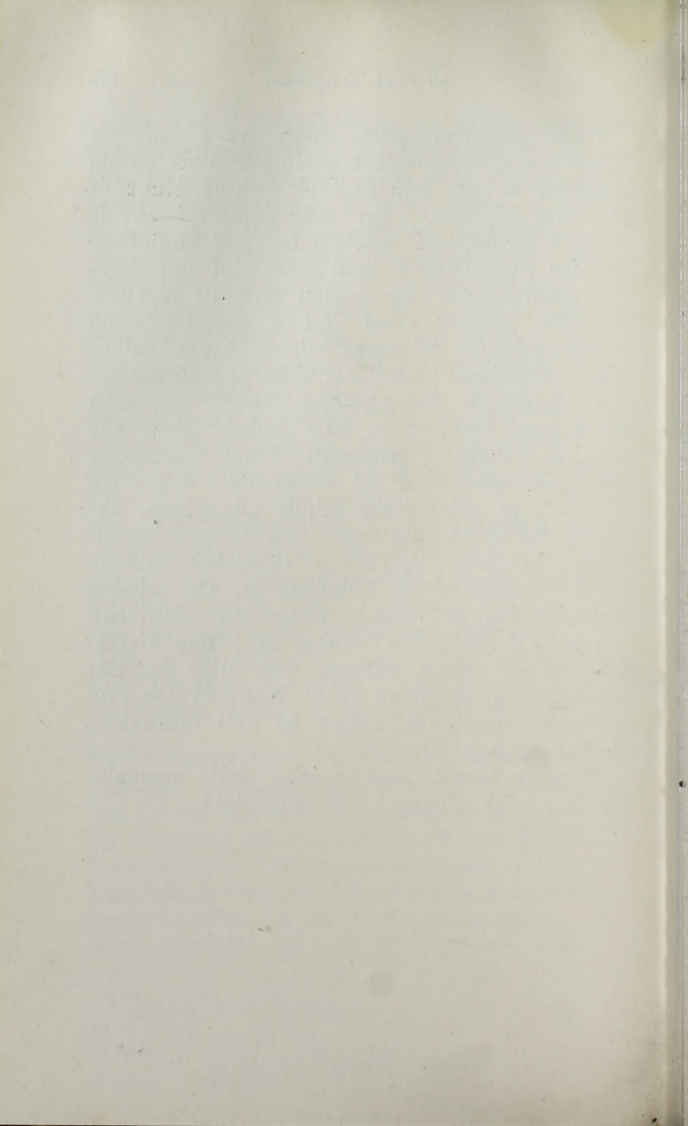
Du Prel felfogását egyébként megtaláljuk már Lucretius következő jelentős soraiban is. (De natura rerum. I. 1021—1028.)*

Mert biz az őselemek, helyöket, nem tartva tanácsot,
Foglalták el ám, eszesen számítva ki mindent,
Sem ki nem alkudták, ki mi mozgást tenne közülök:
De mert nagy számban sokkép változva az űrben,
Végtelen óta lökésektől izgatva üzetnek
Próbálván mindennemű mozgást s összekötődést,
Így elvégre kerültek az olyan szerkezetekbe,
Mint aminőkből áll a teremtés összege máma.

* Fábíán Gábor fordítása.

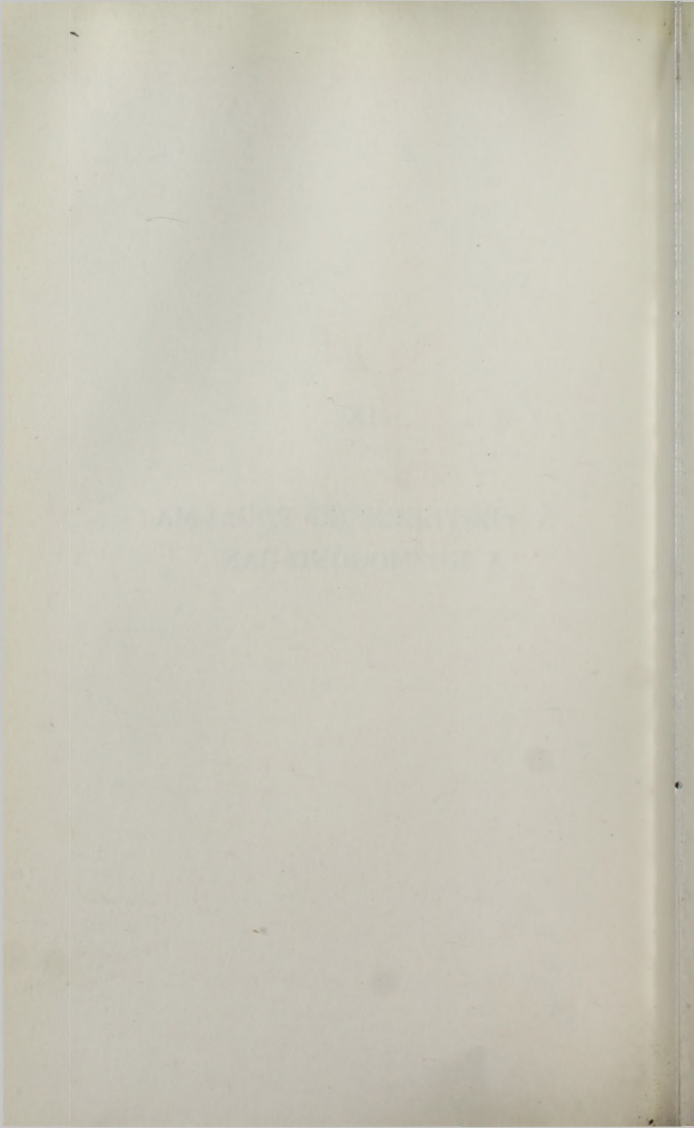
Roche bebizonyította, hogy ha a bolygók valamikor a mozgásaikat gátló ellenállás következtében a nap felé esnének, amint Kant és Du Prel képzelték, úgy még jóval mielőtt elérnék a középponti testet, a bolygók különböző részeire különbözően ható nehézségi erő folytán széttörnének. Ily módon pusztult el Biela üstököse, amikor közel jött a naphoz. Ezen megsemmisülési folyamat közben heves vulkánikus kitörések bizonyára a bolygó töredékeinek ideiglenes föllángolását idézik elő, még ha a nap már ki is hűlt volna. Ezen tűz azonban sokkal gyöngébb lenne, semhogy bolygórendszerünkön túl észrevehető volna. Ha a nap nem volna még kihűlt állapotban, akkor a bolygó kétségkívül izzó, tésztaszerű tömeggé olvadna, melyből a töredékek minden heves változás nélkül válnának le. De minden esetre a bolygó végül meteorpor alakjában nyugodtan hullana a napba, és a nap fizikai állapotában semmi változás sem állna be. Bár mennyire is csodáljuk tehát Kant és Du Prel teremtetési történetét, mégis be kell látnunk a fizikai alap híját.

Rendszerüknek más módon kell megvalósulnia, mint ahogyan ők gondolták.



IX.

A VÉGTELENSÉG FOGALMA
A KOZMOGÓNIÁBAN.



Míg eddig főleg természettudományi kérdésekkel foglalkoztunk, most a végtelenség fogalmának inkább filozófiai kérdése felé fordulunk. Ha egy csillag, mint a Sziriusz még oly távol is van, még mindig vannak csillagok, amelyek távolabb állanak és ha el is képzeljük, hogy van egy legtávolabbi csillag, mindamellett a csillag mögött a teret még folytatódónak gondolnók. Hogy a tér határolt legyen, azt ép úgy nem gondolhatjuk, mint az idő határoltságát. Bár mennyire is visszagondolunk, azt kell képzelnünk, hogy azon időpont előtt is időnek kellett lennie. Ép oly kevéssé tudjuk az idő végét elgondolni. A tér végtelen, az idő örök. Azonban ép oly lehetetlen a végtelen teret és időt átfogni gondolatunkkal. Azért kísérelték meg, hogy a mindenséget végesnek, és az időt egy kezdetből kiindulónak magyarázzák. Emlékezzünk vissza a babiloni teremtetési mondákra.

Sajátságos, hogy azon felfogásnak, amely szerint a tér határolt, ámbár végtelennek látszik, több kiváló képviselője volt, többek között oly éles elméjű tudósok, mint Riemann, a kiváló matematikus és Helmholtz, a nagy

fizikus. Ismeretes, hogy a tenger felszíne görbültnek látszik, mert a föld gömbalakú, és néhány mértföldnyi távolban lévő szigetről az ellenkező partnak nem látjuk a talaját, hanem csak a fák és hegyek csúcsát. Néha azonban sajátságos atmoszferikus állapotok lehetővé teszik, hogy az ellenkező partot is megláthassuk. Ha a légkör sűrűsége mindenütt ugyanaz volna, akkor a keresztül hatoló fénysugarak teljesen egyenes vonalak volnának. A levegő sűrűsége azonban lefelé gyorsan növekszik és a fénysugár ezért csaknem úgy törik meg, mintha prizmán menne keresztül. A légrétegek sűrűsödése bizonyos körülmények között olyan lehet, hogy az a fénysugár, mely a föld felszínével párhuzamosan indul ki, úgy törik meg, hogy vele állandóan párhuzamos marad és ugyanazon görbületet veszi fel, mint a nyílt tenger. Ha valaki ily esetben egyenesen a láthatár felé tekintene, akkor az illetőnek a föld körül kellene látnia, azaz önmagának a hátát láthatná. Természetesen nem volna képes észrevenni önmagát; azonban a föld, vagy helyesebben a tenger minden irányban végtelenül kiterjedő síma lapnak látszanék.

Elképzelhetjük, hogy a térből hozzánk jutó fénysugarak bizonyos okból ép úgy görbülnek, úgy hogy ha például egyenesen fölfelé tekintenénk, nem fölfelé látnánk, hanem a föld körül és végül oly tárgyakat pillantanánk meg, amelyek különben csak a föld másik oldaláról láthatók. Természetes, hogy ez esetben sem volna lehetséges a földet a látóvonalban meg-

pillantani, mivel az az út, amelyet a fénynek pályáján a föld másik oldaláról szemünkig meg kellene tennie, rendkívül hosszú volna, hosszabb mint bármely látható csillagé. Könnyen érthető azonban, hogy ily módon nem vehetnénk észre oly csillagokat, amelyek távolabb vannak mint azon kör legtávolabbi pontjai, amelyet a fénysugár leír. Ámbár tehát a világegyetemnek csak azon részét látnók, mely egy bizonyos távolságon belül fekszik — amely ugyan igen nagy, de véges hosszúságú — mégis úgy látszanék, mintha a földről minden irányban egyenesen a végtelen térbe pillantanánk. Eszerint nem állíthatnók azt, hogy a tér végtelen, legalább annyiban nem, amennyire azt észrevehetnők.

Helmholtz azt kívánta, hogy ezen lehetőséget csillagászok kutassák. Mivel megfigyeléseinkből nem következik ilyesmi, a vizsgálat meglehetősen fölöslegesnek látszik. Mert amíg a különböző hőmérsékleti viszonyok a föld felületén megváltoztatják a levegő sűrűségét és törőképességét és ennek folytán a fénysugár el is térhet az egyenestől, addig semmiféle alapot sem találunk arra, hogy az éter sűrűségét és törőképességét különböző irányban változónak tételezzük föl. Természetellenes tehát azon föltevés, hogy a látóvonal a térben fokozatosan görbülhet. Ezen felfogást, mely a mult század második felében egy ideig élénk érdeklődés tárgya volt, csaknem teljesen elhagyták, annál is inkább, mert természettudományi tekintetben meddőnek bizonyult. Aki eziránt ér-

deklődik, kritikai áttekintést találhat a dán Kroman, az amerikai Sttallo, valamint Poincaré francia matematikus műveiben. Mi megmaradunk a régi egyszerű felfogásnál.

Régóta vitás kérdés, vajon végtelen-e a csillagok száma vagy sem. Anaximandrosz, Demokritosz, Szvedenborg és Kant végtelennek tartották. Ha a csillagok némileg egyenletesen volnának a térben elosztva, és nem csoportosulnának ott, ahol a nap van, akkor az egész égnek csillagfényben kellene ragyognia, talán még nagyobb fénnel, mint a nap, és minden elégne a földön. Föltételezzük emellett, hogy az összes égitesteknek átlag ugyanazon hőmérsékletük van, mint az állócsillagoknak, amelyeknek hőmérséklete általában magasabb, mint a napé. Mivel azonban a föld el nem ég, annak csak két oka lehet. A csillagok naprendszerünk szomszédságában összpontosítva lehetnek és mennél távolabb állanak tőle, annál ritkábbak. Különös, hogy a legtöbb csillagász ezen nagyon is nem filozófiai nézetet hajlandó elfogadni. A sugárzási nyomás megismerése azonban tartatlanná tette ezen álláspontot. Mert ennek hatására végtelen idő alatt az összes csillagok szétszóródtak volna a végtelen térben, ha valamikor bizonyos középpont körül, aminő a tejút közepe pl., összpontosultak volna. Ha ezen megokolás tehát helytelen, akkor más lehetőséget kell tekintetbe vennünk, hogy t. i. nagyszámú, a látható csillagoknál mérhetetlenül nagyobb, roppant alacsony hőmérsékletű, sötét égitestnek kell lennie az űrben. A hideg köd-

foltok ily égitestek. Ezek az állócsillagoknál sokkal nagyobb részét fedik el az égnek. Az a fény, amit összesen nyerünk valamennyi csillagtól együttvéve, a napból hozzánk jutó fénynek csak egy harmincmilliomod része. A Herschel Vilmos katalogusában 5. számmal jelzett nagy, bolygó alakú ködnek, amely a Nagy Medve B csillaga közelében terül el, mintegy 160 ív másodperc az átmérője, tehát 260,000-szer nagyobb területet főd el, mint az összes látható állócsillagok együttvéve. A bolygóalakú ködfoltokhoz járulnak a szabálytalan alakú ködfoltok, ilyen pl. az Orioné, amelynek igen kicsiny a sűrűsége, de rendkívül nagy a terjedelme. Túlnyomó terjedelmüknél fogva tulajdonítunk oly nagy befolyást a ködfoltoknak. Az a sajátos tulajdonságuk van, hogy a kívülről felvett sugárzó meleg hatására kiterjednek és lehűlnek. Kiterjedésük közben azon molekulái, amelyek a legnagyobb sebességűek, elszakadnak és a ködfolt belső, nagyobb sűrűségű részeiből más gáztömegek lépnek azok helyébe. Ily módon az entropia csökkenésével mindig nagyobb energiát halmoznak fel azon elszakadó gáztömegek, amelyek a közeli csillagokon gyűlnek össze.

Nem marad hátra más megoldás, mint az, hogy a csillagok számának a végtelen térben végtelennek kell lennie. Távol állunk attól, hogy még csak azokat a csillagokat is mind ismerjük, amelyeket előttünk fekvő sötét égitestek el nem takarnak. Minél tökéletesebbé

válnak optikai műszereink, annál több világ új és új csillagesoportjai tárulnak szemeink elé. Számuk növekedése azonban nem áll arányban a műszerek segítségével növekedve elének táruló térrel. A csillagok száma sokkal lassabban emelkedik, és ez legalább részben a sötét égítetek elhomályosító hatásából ered.

Hogy az anyag elpusztíthatatlan vagy örök, azt a primitív fajok homályosan sejtették teremtetési mondáikban. Általában örök időtől létező kaoszt vagy ősvizet tételeztek föl. Érettebb gondolkozás azután Demokritosz és Empedoklesz filozófiai fölfogására vezetett. Azonban a középkoron át azon metafizikai fölfogás kezdett érvényesülni, amely szerint az anyag a teremtés ténye által semmiből keletkezett. Descartes-nál is találkozunk ez eszmével, bár nem biztos, hogy hitt benne, továbbá Newtonnál, sőt Kantnál is, a nagy filozófusnál, és sokkal később Faye és C. Wolfnál. Azonban valamennyi kozmogóniai elméleten keresztül vonul az anyag fokozatos fejlődésének vezérgondolata, mennyiségének változatlan megmaradásával. Különös következetlenség van abban a föltevésben, hogy az anyag hirtelen keletkezett. Nem lehet kívánni, hogy a világproblémát a maga teljességében valaki egyesegyedül fejtse meg, azért igen érthető, ha Laplace azt mondja, hogy csak azt akarja megmutatni, hogy a fejlődés bizonyos része miként ment végbe, a többbit pedig más természettudósra hagyja. Gyakran azonban ahelyett, hogy ily egyszerű megszorítással elégedtek volna meg, természetfölötti magyarázathoz

folyamodtak. Emellett elhagyták Spinozának a természet törvényei állandóságáról szóló világos törvényét.*

Herbert Spencer is világosan fejezi ki e tekintetben felfogását. Kijelenti, hogy nem lehetjük azt, hogy a látható világnak kezdete vagy vége lenne. Amikor Spencer ezt írta, jól ismerte az energia (akkor erőnek nevezték) megmaradásának tanát és a Lavoisier által bebizonyított anyag megmaradásának elvét, amelyet már előbb hallgatagon fölvettek, ámbár világosan nem ismerték föl. A legutolsó évtizedekben azt a kérdést vetették föl, hogy az anyag (súlyára nézve) elpusztulhat-e? Landolt a lehető legnagyobb gonddal eszközölt kísérleteket arra nézve, hogy két anyagnak egymásra való vegyi hatása alatt változik-e a súly. Landolt néhány esetben jelentéktelen, a kísérleti hibákat kevéssel meghaladó változásokat

* Spinoza, a nagy filozófus 1632-ben született Amsterdamban; 1677-ben Hágában halt meg. Sorsa igazolja, mennyire haladt azóta a civilizáció, azért közöljük itt röviden. Szülei portugáliai zsidók voltak, kik az inkvizíció üldözései elől menekültek Hollandiába. A rendkívül tehetséges ifjú kora vallási dogmáiban való kételkedését nem tudta leküzdeni, ezért hitsorsosai üldözték. Végül igyekeztek rábeszélni, hogy nagy jutalom ellenében ismerje el a zsidó vallást. Megvetéssel utasította vissza az ajánlatot. Erre élete ellen törtek és kizárták a zsidó közösségből. Azután optikai lencsék csiszolásával foglalkozva, szűkösen tartotta el magát és nagyszerű filozófiai műveket írt.

észlelt. Folytatólagos kísérletekből azonban meggyőződött arról, hogy ezen súlybeli változások csak látszólagosak, amelyeket a reakciók alatti elenyésző hőemelkedés okozott. Ezért jogosan mondhatjuk, hogy a kémikusok többszörös tapasztalati megerősítik a régi filozófusok felfogását az anyag megmaradásáról.

Sajátságos, hogy azok a tudósok, akik kozmogóniai problémák tárgyalásánál fölveszik az anyag hirtelen létrejövését, rendszerükben az anyagnak nem tulajdonítanak időbeli véget. Ez a következtelenség valóban érthetetlen, ép oly érthetetlen, mintha merészen azt állítanók, hogy a nappályától északra végtelen számú csillag van, de attól délre nem.

Itt azt az ellenvetést lehetne fölhozni, hogy bizonyos fogalmaknál fölveszünk végtelenséget egy irányban, egy pontból kiindulva, de ellenkező irányban nem veszünk fel folytatást. Így a hőmérsékletet az abszolút nulltól fölfelé számítják, de alatta nem. Ennek ellenében azt mondhatnók, hogy nem volna lehetetlen oly hőmérsékleti skálát alkotni, amely negatív végtelen hőmérsékletet tételezne fel. Elegendő volna pl. a hőmérsékleti adatokat a -273° C-tól számított hőmérséklet logaritmusával kifejezni; másrészt azonban valószínű, hogy a hőmérséklet a molekulák mozgásán alapul, és a negatív irányú mozgásnak a pozitív irányúval egyenértékűnek kell lennie, tehát ez okból lehetetlen túlmenni az abszolút nulla fokon, azaz a teljes mozdulatlanságon. Ép oly kevésbé képzelhetünk negatív tömeget. De negatív (azaz elmúlt) időt nemcsak, hogy elképzelhe-

tünk, hanem kell is, hogy gondoljunk, és ezért teljes következetlenségre vall, ha az anyagnak nem a múlt, hanem csupán jövő örökkévalóságáról beszélnek.

Amint Spencer a fentemlített idézetben mondja, lehetetlen az energia, valamint az anyag teremtését elképzelni. «Energia nem keletkezhet semmiből, sem nem válhat semmivé.» Ez esetben is homályosan ezen eszme lebegett a filozófusok előtt, még mielőtt a természettudósok hozzá fogtak volna a fogalmak tisztázásához. Descartes, Buffon, Kant műveiben, mint a régi kozmogóniákban általában, folyton az energia megmaradása homályos sejtésének nyomára akadunk. Descartes és Kant azt tartották hogy a nap izzásának fentartására égésfolyamat szükséges, amelynek fentartására ismét nélkülözhetlennék tartották a levegőt. Sőt Buffon azt hitte, hogy a többi napok, amelyek hasonlóképen folytonosan hőt sugároznak ki, napunkba ugyanannyi fényt küldenek, mint amennyit tőle nyernek. Ő tehát a hőegyensúly egy nemét tételezte fel. Sajnos nem bocsátkozott a kérdés további kutatásába.

Ezen viszonyok tisztább belátása csak a múlt század elején adatott Sadi Carnot lángelméje által. Művei egy része azonban kiadatlan és ismeretlen maradt korai halála folytán, és az energia megmaradásának elvét Mayer, Joule és Colding keltették új életre és Helmholtz dolgozta ki. Igen jellemző, hogy e kiváló férfiak közül egy sem volt szakszerű természettudós, Helmholtz azonban kiválóan képzett matematikus volt. Carnot és Colding

mérnök volt, Mayer és Helmholtz orvosok, Joule sörfőző. Ha a felfedezés alapjait közelebbről vizsgáljuk, akkor azt találjuk, hogy azok főleg filozófiai természetűek és ezen úttörők ellen filozófiai felfogásuk miatt heves támadásokat is intéztek. A természetkutatók már régóta azt tartották, hogy a hő a legkisebb részek mozgásán alapul. Erre vonatkozó kijelentéseket Descartes, Huygens, Laplace, Rumford és Davy műveiben találunk. E felfogással egy másik állott szembe, amely szerint a meleg anyagi természetű volna. A mechanikai hőelmélet fölfedezője bizonyos értelemben már tisztában volt az előbbi fölfogással. Azonban Carnot elmékedéseiben a legfontosabb szerep a hőgépeknek jut, amelyek oly módon végeznek munkát, hogy a meleg testről hidegre áramlik át a hő. Carnot szerint egy adott melegmennyiség oly módon való átváltozásánál, hogy amellet a lehető legnagyobb munka jőjjön létre, a munka mennyiségének minden esetben függetlennek kell lennie a hőátvivő közegtől, ha csak a hideg és meleg test állandóan megtartja hőmérsékletét. Ezt az elvet úgy is fejezhetjük ki, hogy a «perpetuum mobile» lehetetlen. Ebben a mérnök azon szilárd meggyőződése jut kifejezésre, hogy semmiből nem jöhet létre munka. Mayer értekezésében sűrűn fordulnak elő az ily kifejezések: «semmiből semmisem támad»; át volt hatva a munka anyagszerűségének eszméjétől. Colding azt írta: «szilárd meggyőződésem, hogy azon természeti erők, melyeket úgy a szerves, mint a szervetlen világban, a növény- és állat-

világban, valamint az élettelen természetben találunk, nemcsak a világ kezdetétől fogva léteztek, hanem mindig is működnek, hogy a világot a teremtnél belé fektetett értelemben fejlesszék.» Joule egy népszerű előadásában azt mondja: «Apriori megállapíthatjuk, hogy az

«eleven erő» $\frac{mv^2}{2}$ teljes megsemmisülése nem

lehetséges; nem tételezhetjük föl, hogy azon erő, mellyel isten az anyagot fölruházta, emberi tevékenység által elpusztulhat, avagy létrejöhet.» Helmholtz négy vagy öt évvel később megjelent értekezését, amelyet ma a fizika klasszikus alkotásának tekintünk, az akkori legelőkelőbb természettudományi szaklap, «Poggendorfs Annalen» visszautasította, ép úgy, mint Mayer tanulmányait. Ebből világosan látható, hogy ezen művek fizikai jelentőségét nem ismerték föl, hanem csupán filozófiai elmélkedéseknek vélték. E kutatások rendkívüli újítások alapjául szolgáltak a mult század folyamán, nemcsak a fizikában, hanem a kémia és a fiziológia terén is. Az energia megmaradását és örökkön-örökké való fenmaradását ezek által egyszersmindenkorra megállapították.

Sajátságos, hogy e tudományág fejlődése magával hozta az örökkévalóság elve tagadásának csiráját. A hőelmélet azon következtetésre jutott, hogy a hő önként (vagyis amennyiben nem használ föl erre munkát) megy át a melegebb testről a hidegebbre, de nem fordítva. Ennek következménye a világnak oly értelemben való fokozatos fejlődése, hogy minden energia az idők folyamán molekuláris mozgássá,

azaz hővé alakul át és a hőmérsékleti különbségeknek az egész világegyetemben való kiegyenlítésére használandó fel. Ennek bekövetkezése után a molekuláris mozgások kivételével minden mozgásnak meg kell szűnnie, és ezzel minden élet kialszik. Ez a teljes nirvana volna, amiről az indus filozófusok álmodoztak. Clausius a hőegyensúly e végső állapotát hőhalálnak nevezte. Ha a világ valóban a hőhalál felé törekedne, nem látjuk be, miért ne érte volna már el e sors a végtelen hosszú idők folyamán. És mivel minden nap tapasztalhatjuk, hogy a világot nem érte még e kemény sors, arra kellene következtetnünk, hogy az örökkévalóság eszméjének nincs reális alapja, és hogy a világ nem létezhet végtelen idők óta, hanem kezdetének kellett lenni, azaz teremtés által jött létre, és innen ered az anyag és energia is. Lord Kelvin is lényegesen hozzájárult a hő-halál, vagy amint ő nevezte, az energia-szétszóródás tanának kifejlesztéséhez. Ez teljesen ellentmond a mechanikai hőelmélet alapjául szolgáló örökkévalóság eszméjének. E nehézségből tehát kivezető utat kell keresnünk.

A világegyetem kétségkívül fejlődési folyamatnak van alávetve. Ha a fejlődés mindig ugyanazon irányban halad, kell hogy egyszer véget érjen. Ha nem ér véget, annak csak az lehet az oka, hogy a fejlődés nem törekszik végleges nyugalom felé, hanem ciklikus mozgást végez. Ily felfogásra céloz Kant is, aki a kiégett nap «megújhdásáról» beszél, amely azáltal jönne létre, hogy a nap legfinomabb

és legsebesebb anyagrészeit az állatövi fény anyagához taszítja. Szerinte az állatövi fény a kaosz maradványa, azért azt mondja, hogy a kiégett nap anyaga összevegyül a kaosszal.

Kanttól erednek a következő nevezetes kijelentések: «Ha tehát a mindenség kiterjedés tekintetében végtelen, akkor a világegyetemet mindig számtalan világ fogja benépesíteni.» Továbbá arról beszél, hogyan hűlnék ki a napok a középponti test körül, (melyet ő a látható világegyetemben fölvesz), hogy távol tőle új életre keljenek, úgy hogy az élő világok száma mindig növekszik. «De mi lesz az ily módon elpusztult világok anyagával? Nem-e képzelhető, hogy a természet, amely egykor oly ügyes rendszerbe tudott illeszkedni, ép oly könnyen újból előlép és megújul a kaoszból, ahová mozgásának megszűntével került? Nem habozhatunk, hogy ezt elismerjük.» Kant azt hiszi, hogy amikor bolygók és üstökösök beleesnek a napba, az eközben támadt hő folytán az anyag minden irányban szétszóródik, de a fokozatos hőveszteség következtében a szétszórt anyagból a régihez hasonló új bolygórendszer keletkezik. A rengeteg tejút-rendszer is egykor ily módon össze fog omlani, és újból helyreáll. Azt hiszi, hogy ezen folyamatok megismétlődnek, hogy «úgy az örökkévalóságot, mint minden teret csodával töltsenek be.» Ezen nagyszerű elmélkedés, sajnos, a fizikai alap híjával van. Croll is fölveszi (1877), hogy az őseredeti köd újbóli kialakulására két kialudt nap összeütközése szükséges. Ezen az úton azonban, amelyet később több természettudós

követett, mint Ritter, Kerz, Braun, Bickerton és Ekholm, arra a következtetésre jutunk, hogy az egész világegyetem azon irányban halad, hogy «egyetlen, hideg, sötét tömeggé tömörüljön.» Hogy e következtetést elkerüljük, oly erőket kell föltételeznünk, amelyek az anyagot tényleg szétszórják.

E tekintetben Herbert Spencer (1864) nyilatkozik a legvilágosabban. Felfogása a következő. A bolygórendszer fejlődésében oly erők működnek együttesen, amelyek az anyagot egyrészt összegyűjteni, másrészt szétszórni igyekeznek. A fejlődés azon korszakában, amelyet a ködfoltoknak napok-, bolygók- és holdakká való átalakulása jellemez, az összegyűjtő erők a túlnyomóak. Egy napon azonban a szétszóró erőknek kell felülkerekedniök, úgy hogy a bolygórendszer a megritkult kódállapotba fog visszatérni, amelyből kifejlődött. Hosszú korok, amelyek alatt a gyűjtőerők uralkodnak, változnak soká tartó periódusokkal, amikor a szétszóró erők a túlnyomók. «Midőn az anyag gyűlik össze, a mozgás szóródik szét; és mikor a mozgás felhasználódott, az anyag szóródik szét.» «Ritmus jellemez minden mozgást.» Spencer nyilván azt hitte, hogy a testek kölcsönös közeledésén alapuló anyag-összpontosításnál helyzeti energia vész el, az anyag szétszóródásánál pedig helyzeti energia újra felhalmozódik, a mozgási energiánál a viszony fordított. Nietzsche-nek hasonló felfogása volt.

A fődologban bizonyára igaza van Spencernek. De mivel kora fizikusai semmiféle szétszóró erőt nem ismertek, szavait nem vették

figyelembe. Most ellenben azon erőket jól ismerjük. Ezek főleg azon robbanó anyaghoz hasonló testekben halmozódnak fel, amelyek a legmagasabb nyomás és hőfok hatása alatt a napok legbelsőbb részeiben képződnek. Hozzájárul ehhez a ritka gázburkok porának hőelnyelése a ködfolt-állapotban, amely por a fokozott molekuláris mozgás következtében a tér minden irányába szétszóródik, amíg végül a közeli nagy tömegeken, különösen a csillagokon összegyűlve, azok energiáját növeli. Ezen folyamat elsősorban az úgynevezett entropia növekedés ellen működik, vagyis más szóval az égitestek közötti hőmérséklet-kiegyenlítés ellen hat, és megakadályozza a «hőhalál» bekövetkezését. Továbbá ott a sugárzási nyomás, amely a napoktól elviszi az űrön keresztül a részecskéket.

Az energia megmaradásának újonnan nyert fogalma új problémák megoldását tűzte ki a természettudósok feladatául. Azt kellett kérdezniök, hogyan pazarolhatta a nap energiáját oly módon, hogy észrevehetőleg le ne hűljön. Mayer azt felelte erre, hogy a nap melege azért marad meg állandóan, mert a belezuhanó meteorok táplálják. Hogy ezen energia-forrás teljesen elégtelen, kitűnik az erre vonatkozó fejtegetésünkből. Ugyanez áll a Mayer-féle hipotézis Helmholtz által adott módosítására is, amely szerint a nap egész tömege a nap középpontja felé esnék, vagyis a nap összehúzódna. Helmholtz felfogását rendesen a Laplace-hipotézis legjobb támasza gyanánt hozzák föl, amely szerint a nap ködfoltszerű állapot-

ból való összehúzódás eredménye. E feltevés szerint azonban a nap jelen erejével nem sügározhatott ki hőt 20 millió évnél tovább.

Ez azonban egyáltalában nem felel meg azon időtartamnak, amelynek a geológusok szerint a legrégebb kambriumi fossziliákat tartalmazó rétegek lerakódása óta el kellett mulnia. Eszerint 100—1000 millió év volt erre szükséges, míg az ember szereplése óta csak 100,000 év mulhatott el. E kérdésben különösen Angliában geológusok és fizikusok között heves vita támadt, amelyben több fizikus a geológusok pártjára állott. A vita természetesen az utóbbiak javára dőlt el, mivel ők pozitív adatokra támaszkodhattak, míg ellenfeleik főképp azon negatív érvet hozták fel, hogy nem tudják, hogy a nap ily körülmények között honnan kapta volna energiáját.

Igyekeztem e problémát annak kiemelésével megvilágítani, hogy a kémiai folyamatok annál több meleget állíthatnak elő, mennél magasabb hőmérséklet alatt folynak le. Tekintsük például azon folyamatokat, amelyek egy gramm — 10 fokú jégnek fokozatos hőmérséklet emelése közben játszódnak le. Nulla foknál vízzé olvad, és e közben mintegy 80 kalóriát használ el; 100°-nál a víz körülbelül 540 kalória elfogyasztása mellett elpárolog. Magasabb hőmérsékletnél, körülbelül 3000°-nál a vízgőz felbomlik hidrogén- és oxigénre, amidőn körülbelül 3800 kalóriát használ föl. Kísérleti eszközeink felmondják tovább a szolgálatot, nem tudunk magasabb hőmérsékletet létrehozni. De helytelen volna föltételezni, hogy a

kémiai folyamatoknak meg kell szünniök, mivel segédeszközeink nem szolgálnak továbbra is. Valószínű, hogy igen magas hőmérsékletnél az oxigén és a hidrogén százazrekre menő kalóriák elhasználásával felbomlik atomjaira. Most azt lehetne mondani, hogy a kémiai folyamatok végére értünk, mert az atomok tovább nem bomolhatnak fel. A tudomány erre azt mondja, hogy: nem! Az atomok új kapcsolatokba léphetnek, amelyekben roppant melegmennyiségek használnak föl. Curie csak néhány év előtt fölfedezte, hogy a rádium folyton hőt fejleszt. Azóta rájöttek, hogy a rádium-vegyületek héliumot bocsátanak ki, miközben minden gr. rádiumra 200 millió kalória hő fejlődik. Magas hőfoknál ezen folyamatoknak e hallatlan energia-mennyiség elhasználásával, tehát fordított irányban kell lefolynia. Csak oly rövid idő óta tanulmányozzuk e jelenségeket, hogy még nem teljesen világosak előttünk. Azonban mi sem mond ellent azon föltevésnek, hogy még magasabb hőmérsékletnél oly kémiai folyamatok játszódhatnak le, amelyeknél a kapcsolatba lépő anyag minden grammja még sokkal nagyobb hőmennyiséget használ fel. Rutherford és Ramsay korszakalkotó kémiai fölfedezései a képzeletnek e kérdésben meglehetősen tág teret hagynak. A radioaktív testek a közönséges hőmérsékletnél felbomlanak, de magasabb hőmérsékletnél újjáalakulnak szétesett termékeikből, ha azok a kellő mennyiségben jelen vannak. Minél magasabb a hőmérséklet, annál kisebb mennyiségben képződnek a bomlási termékek, és elegendő magas hőmérsékletnél az

utóbbiak aligha keletkeznek. Strutt kutatásai szerint ez már oly, aránylag alacsony hőmérsékletnél áll be, aminő a föld felszíne alatt 70 km mélységben uralkodik. Strutt azonényt, hogy a föld belsejében a hőmérséklet emelkedik, a benne lévő rádium fokozatos bomlásával igyekszik magyarázni. Azt találta, hogy azon kőzetekben, amelyek a föld kérgét alkotják, átlag egy millió köbméterre nyolc gramm rádium esik. Ha az egész föld átlag ily arányban tartalmazná a rádiumot, akkor a rádium bomlása következtében harmincszor annyi hő szabadulna föl, mint amennyit a térbe való hőkiszugárzás által a föld elveszít. Mivel az nem tételezhető föl, hogy a rádium a földnek csak harmincad részében fordul elő, amennyit a földnek 70 km mély, külső rétege kitesz, számolnunk kell annak a valószínűségével, hogy nagyobb mélységekben rádium képződik bomlási termékeiből, ha azok kellő mennyiségben fordulnak elő. Azon mélységben a hőmérsékletnek körülbelül 2000° C-nak kell lennie. Egy bizonyos hőfoknál uránnak kell képződnie a bomlási termékekből, amely bomlástermékek egyike a rádium. Azért ne csodálkozzunk azon, hogy a nap látható részében a nap 6000° C-nál nagyobb hőmérséklete mellett nem találtak rádiumot.

Közönséges hőmérsékletnél nem keletkezik említésre méltó mennyiségű urán a bomlási termékekből. Rutherford szerint e hőmérsékleten hét milliárd év alatt bomlik fel az uránium fele. Ebből arra következtet Rutherford, hogy egy köbcentiméter hélium 760 mm nyo-

másnál 0° hőmérséklet mellett egy gramm uránból 16 millió év alatt keletkezik. A feruguszonit nevű ásvány minden benne lévő grammnyi uránra 26 köbcentiméter héliumot tartalmaz. Ebből arra következtethetünk, hogy ezen ásvány uránja 26-szor 16 millió, azaz 416 millió év alatt bomlott föl. Oly hosszú időnek kellett eltelnie, amióta ezen ásvány a föld belsejéből kivetett izzó tömegekből kialakult.

A radioaktív ásványok azon tömegei, amelyeket hirtelen kitörés lök ki a napokból a térbe, ahol lehűlnek, természetesen bőségesen küldik ki radioaktív sugaraikat. Ezek között oly radioaktív összetételek lehetnek, amelyek igen hamar felbomlanak és azért nem ismeretesek a földön, mert itt már régen meg kellett változniok. Egyáltalában nem valószínű, hogy az új csillagok körüli köd részeiben észlelt erős fénysugárzás nemcsak az új csillagtól eltaszított, elektromossággal töltött porrészeken alapul, hanem ily gyorsan széteső radioaktív anyagok sugárzásán is.

Az új csillag föllángolásánál képződött köd a csillagok sugárzásának fölvétele által elveszíti héliumát, amely a kozmikus poron összegyűlve ismét a sűrűbb részekbe vándorol vissza. Ezen részek anyagának sűrűsödése folytán emelkedik ott a hőmérséklet és az erősen radioaktív anyagok újból kialakulnak. Hasonló dolog történik más, robbanó, de nem radioaktív testeknél. Így a ködfoltok nemcsak a porrészeket gyűjtik össze, amelyeket a napokból kiinduló sugárzási nyomás szállít hozzájuk, és más a

napokból kitzsított anyagokat, hanem a térbe sugárzó energiát is. Ezen por- és energia-tömegek a ködfoltnak azon részeiben gyűlnek össze, amelyek legközelebb fekszenek a közép-ponthoz és a melyeknek belsejében magas a hőmérséklet. Ott radioaktív és robbanó testekké alakulnak, amelyek roppant nagy energiát tartalmaznak, és ha a ködfolt nappá válik és több energiát kezd veszíteni, mint amennyit környezetétől nyer, e testek lassú hűsülyedésnél szétesnek, de óriási energia-készletük folytán a lehűlést mérsékelik és a kisugárzás több billió éven keresztül csaknem változatlan marad.

Világos, hogy ily módon sem az energiából, sem az anyagból semmisen vesz el a világ-egyetemben. Az az energia, amit a napok elvesztenek, a ködfoltokban található fel újra, amelyek annak idején a napok szerepét veszik át. Így az anyag az energia-fölvétel és átadás állandó pályáját járja be. Ahhoz nem szükséges egyéb, mint az, hogy a ködfolt hidegebb részeiben lévő gáztömegek és az oda bevándorolt porhalmazok a napok sugárzása által vesztett energiamennyiséget fölvegyék. Az a kevés, amit néhány év alatt a radioaktív jelenségekből tanultunk, arra utal, hogy kis mennyiségű anyag is roppant nagy energiamennyiséget képes felhalmozni.

A nap belsejét ilyféle roppant melegtartálynak kell tekintenünk. Kihűlése közben a kémiai folyamatok fordított irányban mennek végbe, mint az összehúzódásnál, és oly melegt-mennyiség szabadul fel, hogy minden gramm-

nak több billió kalória felel meg. Mivel a nap a sugárzás folytán grammonkint 2 kalóriát veszít évente, világos, hogy e folyamat több billió éven át tarthat, és hogy hosszú időközön keresztül így lehetett ez, anélkül, hogy a nap sugárzásának a geológusok által a földi élet számára követelt körülbelül ezer millió év alatt lényegesen kellett volna változnia. Bizonyos ugyanis, hogy a legrégebb ismert szervezeteknek, amelyek nyomai a kambriumi kőületekben megmaradtak, oly hőmérsékleti viszonyok között kellett élniök, amelyek nem sokban különböznek a maiaktól. E szervezetek a fejlődés oly magas fokát érték el, hogy fölvehetjük azt, hogy azon kornak, amely az egyesjtű lények első megjelenése és a kambrium kora között eltelt, legalább is oly hosszúnak kellett lennie, mint azon időnek, amely a kambriumtól a jelenkorig lefolyt. Még régebb geológiai rétegekben lévő szerves maradványok vagy sokkal mulandóbbak voltak, semhogy megkövesedett állapotban megmaradhattak volna, vagy pedig az idő folyamán a rendkívül nagy nyomás és hőmérséklet, vagy mindkettő együttes befolyása következtében, amelyeknek azon rétegek millió éveken keresztül ki voltak téve, ezen maradványok elpusztultak.

Miután így meggyőződünk a világegyetem változásai ciklikus jellegének lehetőségéről és érthetőségéről a lord Kelvin és Clausius által föltételezett hő-halálra vezető egyenletes fejlődéssel ellentétben, foglalkozzunk néhány oly nézettel, amelyet e kérdés tárgyalása folyamán vetettek föl. Mivel elmélkedésünket

nem terjeszthetjük ki az egész végtelen világ-egyetemre, arra a részére szorítkozunk, amely megfigyelésünk számára hozzáférhető. Ez a rész azonban oly nagy, hogy ködfoltokból, kozmikus porból, sötét tömegekből és napokból álló összetétele valószínűleg kevéssé tér el a világ-egyetem más megfelelő nagy részeitől. Azon következtetéseket, amelyeket ezen rész számára levontunk, valószínűleg a világegyetem minden más részére is vonatkoztathatjuk, és így az egész végtelen térre. Először is keressük a hőmérséklet totális eltérését a középhőmérséklettől a vizsgálat alá vett tér-részletben. Legyen pl. a nap középhőmérséklete tíz millió fok, és a szemügyre vett világűr-rész anyagának középhőmérséklete egy millió fok, akkor a nap hőmérsékletének, a középhőmérséklettől való eltérése kilenc millió fok. Ha ezen értéket megszorozzuk a nap tömegével, kapjuk a nap részesedését a totális eltérésben. Hogy azonban egész pontosan számítsunk, a napot két részre kell osztanunk, egy belsőre, amelynek hőmérséklete több egy millió foknál, és egy külsőre, amelynek alacsonyabb a hőfoka, és minden egyes rész számára ki kell számítanunk a tömegnek és a középhőmérséklettől való eltérésnek szorzatát, aztán a két eredmény algebrai összegét kell képeznünk tekintet nélkül a plusz vagy minusz előjelre.

Ugyanazon eljárást alkalmazzuk a ködfoltoknál, pl. az Orion övében lévő nagy ködfoltnál. Ez esetben az eredmény kétségkívül negatív előjelű, mert a ködfoltok hidegek. Miután ezen műveletet minden csillag, ködfolt, bolygó, ván-

dorló por és meteortömeg számára elvégeztük, összegezzük az eredményeket. Ezen rendkívül nagy összeget nevezzük A-nak. Vegyünk fel egy vízszintes tengelyt, amelyre rámérjük az idő értékeit; a jelent null pont jelezze, az elmúlt idő tehát negatív lesz, a jövő pozitív. A függőleges tengelyre mérjük a totális eltérést az egyes időpontokban. Mi történik most? Kövessük először is Clausius gondolatmenetét. Az entropia törvénye szerint a hőmérséklet a kiegyenlítődés felé törekszik, vagyis a teljes eltérés, amely ma A, holnap kisebb lesz, és bizonyos idő múlva, mondjuk 10 millió év múlva B-ig fog süllyedni. A kiegyenlítődési folyamat tovább halad, de mivel a hőkülönbség kisebb mint azelőtt, a kiegyenlítődés lassabban fog történni. Azon görbe tehát, amely a totális eltérés változását mutatja, B-től kezdve kevésbé meredeken fog esni, mint A-tól B-ig. De mindenesetre esik tovább, azonban az átlag-hőmérséktől való totális eltérés folyton kisebbé válik, míg végül amint a matematikusok mondják, a nulla határérték felé fog aszimptotikusan közeledni. Elegendő hosszú idő után ezen eltérés tetszésszerűen kis értéket ér el, vagyis más szóval végtelen hosszú idő múlva értéke nulla lesz.

Most haladjunk az időben visszafelé. Az A pont előtt a görbének a jelzett okoknál fogva meredekebbnek kell lennie, mint utána. Bizonyos időben, tegyük fel tíz millió év előtt a teljes eltérés C értéket ért el, és ha elég messzire megyünk vissza, minden A-nál nagyobb értéket elérhetett, bármily nagynak is

képzeljük azt. Vagyis amint a matematikusok kifejezik, végtelen hosszú idő előtt a hőmérséklet teljes eltérésének végtelen nagynak kellett lennie. Ez az eset azonban csak akkor volna lehetséges, ha a világegyetem egyes részei, amelyek számunkra még láthatók, végtelen magas hőmérsékletűek lettek volna. Ez viszont azt vonta volna maga után, hogy az átlagos hőmérsékletnek és ennél fogva az energiának is végtelen hosszú idő előtt végtelen nagynak kellett volna lennie a felvett tér-részletben. Mivel azonban az energia mennyisége változatlan, nem vehetett fel a multban bármely nagy értéknél nagyobb értéket.

Ez a hipotézis tehát tarthatatlan. Némely fizikus e nehézségből a következő kivezető utat kísérelte meg. Bár a hőmérsékleti egyenlőtlen-ségek a multban nagyobbak voltak, mint most, elgondolható, hogy a kiegyenlítődéss lassabban ment végbe. A hőmérsékleti eltérés kezdetben végtelen lassan esett volna, aztán mondjuk D határértéktől kezdve gyorsabban, amíg ma nagy sebességgel esik, hogy végül nullára csökkenjen. Más szóval a világnak végtelen hosszú időn át halottként kellett volna pihennie, hogy aztán ép azon időben, amellyel a geológia és a paleontológia megismertet bennünket, örült gyorsasággal kifejlődjék és aztán mindjobban visszaessen a halál örök tétlenségébe. Christiansen, hogy e hipotézis képtelenségét és minden természettudományi megfontolással ellentétes voltát kimutassa, a következő példát hozza föl. Egy halom puskaapor hosszú ideig feküd-

het látszólag anélkül, hogy változnék. Valaki tűzbe borítja, vagy a villám meggyújtja, a puskapor lobot vet, és az előbbi lassú változást a magas hőmérséklet annyira meggyorsítja, hogy a másodperc tört részében szörnyű gyorsasággal folyik le. Ezt egy kissé lassúbb, percekig tartó vegyi folyamat követi, mivel az égési termékek a levegő nedvességével jutnak érintkezésbe, aztán látszólag vége az átalakulásnak. A másodpercnél az örökkévalóságban elenyésző tört része felelne meg a világegyetem fejlődési korának, amelyről tudunk valamit. Ezt azonban tüzetesebb vizsgálat után aligha fogadná el egy természettudós. Azt a nehézséget is tartalmazza e hasonlat, hogy a puskapor, miként azt a vegyészek tanítják, még alacsony hőmérsékleten is lassú változásnak van alávetve, amely változás csak az abszolút nulla fokú hőmérsékletnél érné el a nulla értéket. De azt sem képzelhetjük el, hogy a világ előbb rendkívül lassan fejlődött volna, mivel középhőmérséklete igen alacsony lett volna. Az ily föltevés teljesen igazolatlan volna. Ellenkezőleg, azon esetben miként Christiansen mondja, föl kellene tételeznünk, hogy ismeretlen természeti erők játszottak közre a világegyetem fejlődésében. Ily lehetőség pedig teljesen kívül esik tapasztalatunk körén, ezzel nem számolhatunk.

Hasonló módon tárgyalhatnók az entropiát is. A bizonyítás tudományosabb volna ugyan, de nem oly könnyen érthető. A világegyetem fejlődését illetőleg az eredmény ugyanaz volna.

A középhőmérséklettől való eltérés a világűr általunk megvizsgált részében idők folyamán valószínűleg közel állandó maradt. A napnál az eltérés fokozatosan csökken, de e csökkenést pótolja azon hőemelkedés, amely a ködfoltoknak csillaggyá való átalakulását kíséri.

Az entropiára ugyanaz áll. Értékének egészben véve csaknem változatlannak kell maradnia. Egyrészt állandóan növekszik a napnak a hideg ködfoltok felé való kisugárzása folytán, másrészt folytonosan csökken a könnyű gázak leggyorsabb molekuláinak a ködfoltokból való távozása folytán és azoknak sűrűbb anyagfelhalmozódásokon való összegyülemlése folytán. Ha a világegyetemnek számunkra látható részéből egy még kisebb részt veszünk tekintetbe, aminő pl. a naprendszer, akkor azt találjuk, hogy a középhőmérséklet ott semmikép sem állandó, hanem jelenleg csökken. Ezen hőszüledésnek végül, amikor a nap kialudt, igen lassúvá kell válnia, hogy azután ha a kihűlt napból összeütközés következtében majd ködfolt keletkezik, hőemelkedés váltsa föl, amely az új nap keletkezése után még egy ideig folytatódik.

Spencer eszméje tehát a fejlődés állandó periódikus változásairól minden egyes naprendszerre áll. De nem beszélhetünk miként Spencer ritmikus változásról, mert a napok világában az illető periódusok ép oly kevésbé szabályosak, mint a molekulák ide-oda vándorlása.

A periódus hosszát és lefolyását a ki nem számítható véletlentől függő más testekkel, nap-

pal, illetőleg molekulával való összeütközés határozza meg, amely testek tulajdonságai kihatnak a későbbi fejlődésre.

Sajátságos, hogyan változott meg fokozatosan az idő fogalma. Cicero fentemlített becslése, amely szerint a kaldeusok már 340,000 év előtt csillagászati megfigyeléseket eszközöltek, mutatja, hogy az ókor embere nem riadt vissza attól a gondolattól, hogy a föld már igen régóta áll fenn. Az indus filozófusok is azt hitték, hogy a világ régóta áll. A középkorban teljesen letűnt e felfogás.

Rhabanusz Maurusz «De Universo» című nagy munkájában (a kilencedik század elején) úgy nyilatkozik, hogy a megkövesedések, amelyek fölött a hegyekben találunk, három nagy, világot átfogó vízözönből erednek, amelyek közül az első Noé idejébe, a második Jakab patriárcha és kortársa Og király idejébe, a harmadik Mózes és kortársa, Amfitrion, (mondai alak, Perzeusz unokája) idejébe esik. A világ korát igen alacsonyra becsülték. Snyder azt írja, hogy Usher püspök, Shakespeare és Bacon kortársa zsidó elbeszélések alapján kiszámította, hogy a világot Isten időszámításunk előtt 4004 évvel teremtette és pedig január első hetében; ezen adat mai napig megvan az angol bibliában. Buffon azt az időt, amely alatt a föld azon izzó állapotból, amelyben a naptól való elválásánál volt, a jelen hőmérsékletére lehűlt, 75,000 évre becsülte. Babiloni és egyiptomi ásatások azt bizonyítják, hogy ott időszámításunk előtt 7000—10,000 évvel a művelődés már meglehetősen magas fokon állott. Azon igen

élethű képek korát, amelyeket az úgynevezett Magdalén-korból Dél-Franciaország és Spanyolország barlangjaiban találtak, körülbelül 50,000 évre becsülik, és a legrégibb, biztosan emberektől eredő tárgyak leleteinek korát 100,000 évre tartják. Az ember bizonyosan élt már a jégkorszak előtt és alatt, amely a harmadkor vége után világrészünk északi részeit többször elborította. És végül a geológusok azt hiszik, hogy élet már körülbelül ezermillió év óta van földünkön magas fejlődési állapotban; de a földi élet keletkezése óta tán két annyi idő múlt el. Igen gyorsan közeledünk tehát azon magas szám felé, amelyet az indus filozófusok vettek föl a földi élet fejlődése számára.

A legutolsó kérdéshez értünk, ahhoz t. i. hogyan alkalmazhatjuk az örökkévalóság fogalmát az élet létezésének kérdésére. A természettudósok általában azon felfogás felé hajlanak, hogy az élet még ma is működő kémiai és fizikai erők hatására a földön jött létre. A többség felfogása e tekintetben nem különbözik lényegesen a primitív népekétől. Mások azt tanítják, hogy a földi élet a világűrből származik. E felfogással találkozunk az északi legendákban is, amelyek több isten és egy emberpár földrevándorlásáról regélnek, akik a Mime kútja melletti ligetből (amely megfelel a világűrnek) jöttek ide. E felfogás számos követőre talált, közöttük megemlítendők a kiváló botanikus Ferdinánd Cohn és lord Kelvin, korunknak talán legnagyobb fizikusa. Az e felfogással eddig együttjáró nehézségeket oly

módon igyekeztem elhárítani, hogy fölvettem a sugárzási nyomást, mint azon hajtó erőt, amely a csirákat a világűrön át tovább viszi. Hogy e felfogás a nagy nehézségek dacára, amelyekkel küzdenie kellett, mégis több követőre talált, annak az oka, hogy végül is belefáradtak a minden évben újra felbukkanó téves hír cáfolásába, amely szerint sikerült volna a holt anyagot csira nélkül életre kelteni. E kérdés körülbelül ugyanazon stádiumban van, mint aminőben fél évszázad előtt volt a «perpetuum mobile» problémája. Igen valószínű, hogy az «ősnemzés» problémája jelen alakjában, mint előbb a «perpetuum mobile» lekerül a tudományos kutatás mezejéről. Egyéb alig marad hátra, mint-hogy föltegyük, hogy az élet a világűrből, azaz előbb lakott világokból került a földre, és hogy az élet az anyaghoz és energiához hasonlóan örök. Jelenleg azonban igen lényeges különbség van közöttük, amely megnehezíti az élet örökkévalóságának bizonyítását; nem tudjuk ugyanis az életet különböző megjelenési alakjaiban mennyiségére nézve mérni, mint az anyagot és az energiát. Azonkívül világos, hogy az élet hirtelen megsemmisíthető anélkül, hogy kimutathatóan más élet keletkezne belőle. Buffonnak sajátságos, különálló felfogása volt az «élet-atomok» megmaradásáról.

Az élet-mennyiség mérési módjának felfedezése forradalmi felfedezés lenne, ami tán sohasem lesz meg, de az élet örök tartamát mégis könnyen megérthetjük. A természet örök körforgásában

mindig lesznek oly égitestek, amelyeknek viszonyai az életre nézve kedvezőek, és azért bizonyos, hogy élőlények népesítik be azokat. Ha a «pánszpermia» elmélete győzedelmeskedni fog, igen fontos hatással lesz a biológiai tudományokra, épúgy, mint ahogyan az anyag megmaradásának elve az utóbbi években rendkívül termékenyítőleg hatott az exakt tudományok fejlődésére.

Egy fontos következtetést már előre levonhatunk, hogy a világegyetemben lévő összes élőlények szervezetenként rokonok, és ha az égitestek egyikén megindul az élet, annak a legalsóbbrendűbb ismert formákból kell kiindulnia, hogy aztán lassú fejlődés folyamán mind magasabb fokig emelkedjék. A felerje minden körülmények között kell, hogy anyagi alapját képezze az életnek, és olyan eszmét, aminő pl. az, hogy a napban élőlények lehetnek, a képzelődés birodalmába kell számüznünk.

A filozófusok legtöbbje az örökélet elméletének volt híve és ellenzője az ősnemzés tanának. Elegendő, ha arra vonatkozólag Herbert Spencer szavait idézzük, akinek talán többel tartozunk, mint bárki másnak az evolúció filozófiájának összefüggő kidolgozásáért. Egy megjegyzése így hangzik: «Azok, akik azt állítják, hogy élőlények élettelen testekből vagy semmiből keletkezhetnek, kéretnek, írják le, hogy és mint keletkezhet egy új szervezet, de világosan, és akkor azt fogják találni, hogy sohasem gondoltak ki olyasmit és nem is fognak tudni kigondolni.»

Cuvier a teremtési elméletet a végletekig vitte. D'Orbigny-vel együtt fölvette, hogy a természet bizonyos nagy forradalmainál, amelyeket vulkánikus kitöréseknek képzelt, minden élet elpusztul és az elpusztultak helyébe más fajok teremtettek. E felfogás most teljesen elavult, de miként Frech nemrég megmutatta, egészséges magvat is tartalmazott. Csak a vulkánikus kitöréseket pótolnunk kell a nagy éghajlati változásokkal, amelyeket jégkorszak név alatt ismernek. A jégkorszakok idején sok növény és állatfaj elpusztult, ezeket a hideg elmúltával új fajok váltották fel, amelyek közbe kifejlődtek vagy életben maradtak.

Jacques Loeb, a kiváló amerikai fiziológus ráterelte a figyelmet a tengervíz alkalikus hatására a kereszteződésből származó fajok létrejötténél. Közöséges tengervízben a strongylocentrotus purpuratus nevű tengeri sünnét nem termékenyíti meg az asterias ochracea tengeri csillag magja. De ha 3—4 cm³ négyszázalékos nátronlug oldatot adunk a tengervíz literjébe, akkor a kereszteződés kitűnően sikerül. De mivel a tengervíz alkalinítása oly időszakban növekedik, amikor a levegő kevés szénsavat tartalmaz, nem valószínű, hogy a jégkorszakok idején, amely az életre egyébként kedvezőtlen volt, új fajok keletkeztek. Ily módon midőn visszatért a meleg, verseny támadt az új fajok között a jégkorszak utáni szabad területen, és világos, hogy ez az életrevalóbb fajok erős fejlődésének kedvezett.

Mielőtt elhagynók a pánszpermia kérdését,

néhány azzal összefüggő dolgot érintünk, melyeket a legutóbbi idők kísérletei világítottak meg.

Az a lehetőség, hogy az élet a sugárzási nyomás segítségével egyik bolygóról egy másik, távoli naprendszer bolygójára juthat, azon alapul, hogy a világűrben, a naprendszerek határain túl alacsony hőmérséklet uralkodik, aminek következtében az életfolyamatok ott oly erősen csökkennek, hogy az élet ezáltal millió éveken át megmaradhat. Madsen és Nyman, valamint Paul és Prall több nevezetes kísérletet tettek abban az irányban, hogy minő befolyással van a hőmérséklet az élet megmaradására. Az előbbieket a lépfene-spórák szívósságát vizsgálták különböző hőmérsékletnél. Alacsony hőfokon (pl. jégveremben) hónapokig el lehet tartani azokat, anélkül, hogy csiraképességükből észrevehetőleg veszítenének, míg 100° -nál néhány óra alatt elpusztulnak. Az az érdekes, hogy a hőmérséklet itt körülbelül ugyanoly befolyást gyakorol, mint más életfolyamatnál, úgy hogy ha a hőmérséklet tíz fokkal emelkedik, a reakciók mintegy két és félszer gyorsabban állanak be. Ezen arányt vettem alapul azon számításaimban, amelyek a csiraképességnek alacsony hőmérséklet melletti tartamára vonatkoznak.

Amíg ezen kísérletek a víz fagypontja feletti hőmérsékleten történtek, addig Paul és Prall kísérletei a folyékony levegő forrponyján (-195°) folytak le. Emellett a sztafilokokkusz vegetatív formáit használták (nem

spórákat), a baktériumok egy fajtát szárított állapotban. Amíg ezek fele a rendes szobai hőmérsékletnél három nap alatt elpusztult, addig a folyékony levegő hőmérsékletén életképességük négy hónap alatt sem csökkent észrevehetőleg. Ez igen szép bizonyíték a csiraképesség konzerválására a rendkívüli hideg által. Föltesszük, hogy a világűrben a legnagyobb fokú hideg uralkodik.

Egyébként a perpetuum mobile és az ősnemzés problémáinak összehasonlítását még egy irányban folytathatjuk. A tapasztalat azon meggyőződésre készített, hogy a földön és általában a naprendszerben uralkodó viszonyok között lehetetlen munkakifejtés mellett örök mozgás. De meg kell azt is engednünk, hogy a Maxwell által fölvetett kivételes eset nagy szerepet játszik a ködfoltokon, azon égitesteken amelyek bizonyos tekintetben ellentétei a napnak. Hasonlóan elképzelhető, hogy amennyire ma meg tudjuk ítélni a dolgot, ősnemzés nem fordulhat elő a földön; és valószínűleg előbb, a meglehetősen hasonló viszonyok között szintén nem fordulhatott elő; de a világegyetem más részében, ahol lényegesen eltérők a fizikai és kémiai viszonyok, aminők kétségkívül vannak és voltak a mérhetetlen űrben, fölléphetett e jelenség.

Azon pontról vagy pontokról, ahol ősnemzés lehetséges volt, elterjedhetett az élet aztán a többi lakható égitestre. Ha az ősnemzés eszméjét ebben az értelemben vesszük, sokkal valószínűbb, mintha azt tételeznők fel, hogy az

élet minden egyes, végtelen számú égitesten, ahol csak előfordúl, csira nélkül keletkezett.

Viszont világos, hogy miután a világegyetem egészében véve végtelen idő óta áll fenn a maihoz hasonló viszonyok között, tehát életnek is kellett mindig lennie, bármily távoli multra is gondolunk.

Ezen utolsó fejezetben igyekeztünk bebizonyítani, hogy még mielőtt a természettudományok alapvető törvényeiket (az energia- és anyagmegmaradásának törvényeit) formulázhatták volna, ezen törvények többé-kevésbé tudatosan alapul szolgáltak a filozófusok világmagyarázatainak. Tán azt lehetne mondani, hogy sokkal észszerűbb lett volna minden további nélkül elfogadni a filozófusok felfogását és nem várni a természetkutatók megokolására. Ez tán meg is történt volna, ha e filozófusok tanaival egyidejűleg nem hirdettek volna más gondolkodók határozottan ellentmondó nézeteket. A természettudományi vizsgálat tehát nélkülözhetetlen volt.

Továbbá nagy különbség van azon filozófiai elmélkedések és az utóbbiakból levezetett természettudományi törvények között. Ha például Empedoklesz és Demokritosz azt tanították kortársaik általános felfogásával ellentétben, hogy az anyag megmarad, az teljesen más, mint Lavoisier bizonyítása, hogy ha a fém oxigént vesz a levegőből és azáltal nehezebbé lesz, a súlynövekedés teljesen megfelel a fém által lekötött oxigén súlyának. E kísérlet csak egyike ama bizonyításoknak, amelyeket a kémikusok minden nap adnak és amelyek azt mutatják,

hogy az anyag megmaradásának elvéből levont következtetések sohasem vezetnek félre bennünket.

Hasonlókép áll a dolog Descartes, Leibnitz és Kant filozófiai elmélkedéseinél a nap fokozatos kiégéséről, amelyekben már homályosan benne rejlik az az eszme, hogy az energia nem keletkezhet semmiből. Azonban csak Mayer és Joule kísérleti bizonyításai után, amelyek megmutatták, hogy amint egy bizonyos energiamennyiség (pl. munka alakjában) eltűnt, a megfelelő mennyiség mindig föllép más alakban (pl. hő alakjában) — csak ezek után lehetett teljes bizonyossággal állítani, hogy a nap felhalmozott energiamennyisége a kisugárzás következtében mindinkább csökken, míg végül egészen el kell fogynia, ha csak egyik-másik módon nem pótolja valami. Azelőtt a legkiválóbb férfiak, mint Laplace és Herschel is, nem találtak ellentmondást azon föltevésben, hogy a nap sugárzása csökkenés nélkül örökké tart, ez a mindennapi tapasztalaton alapuló általános felfogás ma is fennáll. Kant felfogása a világfolyamat mindig visszatérő megújhódásáról — bár csak általánosságokat említ — igen nevezetes, de ellentmondásba jut a kivitelben az energia megmaradásának elvével. Ugyanaz áll Du Prel kísérletére is.

Kantnál a világfolyamat megismétlődésének eszméje etikai elven alapul. «Jóleső érzéssel» fogadja azon gondolatot, hogy a világon továbbra is lesz szerves élet. Azonkívül szerinte ellentmond az isteni tökéletességnek, hogy a napok örökre kialudjanak. Spencer tárgyilago-

sabb szempontból indul ki, amikor azt mondja, hogy a világegyetem fejlődésében bizonyos törvényszerűség érvényesül. Ő azon modern állásponton van, hogy a világ végtelen idő óta áll fenn és nem is lesz vége, míg Kant azt hitte, hogy a világ teremtés által jött létre. Spencer szerint az anyag összehúzódásának és szétszóródásának korszakai váltakoznak, ami az indus nyugalmi és fejlődési periódusokra emlékeztet. A naprendszer, mondja Spencer, mozgó egyensúlyi helyzetben lévő rendszer, amely végül úgy oszlik el, hogy megint megritkult anyaggá válik, mint aminőből keletkezett. De hogyan történjék az ily szétszóródás, amikor csak vonzó erő ismeretes, aminő Newton gravitációja, az érthetetlen. Jóllehet Spencer megemlékezik az égitestek közötti összeütközés lehetőségéről, azonban a szétszóródás folyamatában nem tulajdonít annak szerepet. De ha taszító erők nem volnának, akkor minden koncentrálnának a világegyetemben.

A világegyetem örök ciklikus fejlődésének eszméjét — amelyről az indus filozófusok a mult szürkületében álmodoztak — csak úgy dolgozhatjuk ki, ha megalkotjuk a sugárzási nyomás fogalmát és bebizonyítjuk, hogy az entropia bizonyos körülmények között csökkenhet is.

Az eszmével úgy vagyunk, mint az élő szervezettel. Sok magvat hintenek el, de csak kis mennyiség indul csirázásnak; és a belőlük kifejllett élőlények közül a legtöbben a létért való küzdelemben elpusztulnak, úgy hogy csak

kevés marad életben. Hasonló kiválasztásnak vannak alávetve a természettudomány tanai, a természetnek leginkább megfelelőket szemelik ki közülök. Gyakran halljuk, hogy hasztalan foglalkozunk elméletekkel, mert azokat mindig megdöntik. Aki azonban így beszél, az nem látja tisztán a fejlődést. A ma uralkodó elméletek, amint az eddigiekből láthattuk, a legrégibb kor felfogására vezethetők vissza. Homályos sejtésekből kiindulva mind nagyobb világosságra és érvényességre tettek szert. Például Descartes örvényelméletét elhagyták, amint Newton meggyőzően kimutatta, hogy a világűrben nem lehet jelentős mennyiségben anyag; de Descartesnak több eszméje életképes maradt, ilyen például nézete a ködfolt forgásáról, amiből a naprendszer fejlődött ki. Épúgy felismerjük nézetét a bolygók az űrből a naprendszerbe való bevándorlásáról Laplace azon tanában, hogy bevándorolt üstökösök részt vettek a bolygók képződésében és befolyásolták mozgásukat, valamint a fentemlített észrevételben, hogy a vonzási középpontok, amelyek körül a napködfoltban a bolygók képződtek, kívülről jöttek.

Mi sem tévesebb tehát, mint azon felfogás, hogy az elméleti munka kozmogóniai kérdésekben hasztalan, vagy hogy nem juthatunk tovább, mint az ókor filozófusai, mert néhány általuk hirdetett felfogás igen közel járt az igazsághoz és azért föltaláljuk azokat modern kozmogóniáinkban is. E téren a fejlődés a legutóbbi idő folyamán gyorsabban haladt előre,

mint bármely előbbi időben, ami a természet-tudományok jelen virágzó korának köszönhető, amellyel még megközelítőleg sem versenyezhet egy megelőző korszak sem.

Örvendetes tény az is, hogy az évszázadok folyamán mindjobban haladt az emberszeretet, amire fentebb nem kevés példát soroltunk föl. Nagyjában véve tagadhatatlan, hogy a mindent átölelő természet, a szabadság és az emberi érték fogalmai mindig egyidejűleg fejlődtek, avagy megállottak, aminek kétségkívül az az alapja, hogy ha az emberiség előre halad, a különböző művelődési területek mind kibővülnek. Mi azt találjuk, hogy a természet-tudósok minden korban szót emeltek az emberszeretet érdekében.

Aki éber szemmel kíséri a természet fejlődésének lehetőségeit, és annak végtelen változatosságát, irtózik a csalárdságtól és megveti a más rovására való boldogulást.

MAGY. TUD. AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

Magyar Tudományos Akadémia
Könyvtára / 792 / 195 2 sz.

TARTALOMJEGYZÉK.

	<i>Oldal</i>
A szerző előszava	5
I. A primitiv népek mondái a világ keletkezéséről	11
II. Az ősidők kulturnépeinek teremtetési mondái	27
III. A legszebb és legmélyebb teremtetési mondák	45
IV. A régi filozófusok világmagyarázatai	61
V. Az újkor kezdete: a lakott világok sokaságának tana	89
VI. Newtontól Laplaceig. A naprendszer mechanikája és kozmogóniája	117
VII. Újabb csillagászati felfedezések	139
VIII. Az energia fogalma a kozmogóniában	171
IX. A végtelenség fogalma a kozmogóniában	197

MAGY. TUD. AKADEMIA
KÖNYVTÁRA

